



.....

RAPPORT D'ETUDE

Evaluation de la qualité de l'air

Bassin de Marquise

Mesures réalisées en 2015 et 2016
Projet EMCAIR (EMissions des
Carrières dans l'AIR)





Association pour la surveillance
 et l'évaluation de l'atmosphère

55, place Rihour
 59044 Lille Cedex
 Tél. : 03.59.08.37.30
 Fax : 03.59.08.37.31
 contact@atmo-npdc.fr
 www.atmo-npdc.fr

Campagne d'évaluation de la qualité de l'air au niveau du bassin de Marquise du 07/09 au 05/10/2015 et du 07/03 au 04/04/2016

Rapport d'étude N°01/2016/SV

76 pages (hors couvertures)

Parution : avril 2017

Téléchargeable librement sur www.atmo-hdf.fr (rubrique Publications)

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Sandra Vermeesch	Arabelle Patron - Anquez	Nathalie Dufour
Fonction	Chargée d'Etudes	Ingénieur d'Etudes	Responsable Etudes

Conditions de diffusion

Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source d'information : **atmo** Nord - Pas-de-Calais, rapport d'étude N°01/2016/SV ».

Les données contenues dans ce document restant la propriété d'**atmo** Nord - Pas-de-Calais peuvent être diffusées à d'autres destinataires.

atmo Nord - Pas-de-Calais ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels l'association n'aura pas donné d'accord préalable.

Remerciements

Nous remercions les services municipaux des villes de Ferques, Landrethun-le-Nord et Marquise ainsi que les différents services des carrières impliquées, pour leur collaboration à l'installation du dispositif de mesures.

Nous remercions également les étudiants de l'ULCO Calais, pour leur participation à cette étude, l'UNPG et l'UNICEM Nord-Pas-de-Calais, tous deux porteurs de ce projet, ainsi que les personnels des Carrières du Boulonnais et de la Carrière de la Vallée Heureuse.

Trame vierge : E-ETU-020 – Version 1 du 14/04/2015



SOMMAIRE

atmo Nord - Pas-de-Calais	3
Ses missions.....	3
Stratégie de surveillance et d'évaluation	3
Enjeux et objectifs de l'étude.....	4
Contexte de l'étude.....	5
Localisation des différents points de mesures	5
Dispositif technique utilisé	9
Dispositif de référence.....	10
Origines et impacts des polluants surveillés	11
Emissions connues	13
Résultats de l'Etude.....	19
Contexte météorologique	19
Episodes de pollution en région	22
Exploitation des résultats de mesures	25
<i>Bilan météorologique</i>	<i>25</i>
<i>Repères réglementaires.....</i>	<i>25</i>
<i>Les particules en suspension (PM10)</i>	<i>26</i>
1) <i>Sur l'ensemble des sites de la zone d'étude</i>	<i>26</i>
2) <i>Au sein des deux carrières.....</i>	<i>30</i>
3) <i>En dehors des carrières.....</i>	<i>39</i>
4) <i>Bilan – Particules en suspension PM10</i>	<i>46</i>
<i>Les particules fines (PM2,5).....</i>	<i>53</i>
1) <i>Sur l'ensemble des sites de la zone d'étude</i>	<i>53</i>
2) <i>En dehors des carrières.....</i>	<i>55</i>
3) <i>Bilan – Particules en fines PM2,5.....</i>	<i>57</i>
<i>Résultats granulométriques</i>	<i>63</i>
<i>Les poussières sédimentables.....</i>	<i>67</i>
Conclusions et perspectives	69
Annexes.....	70



ATMO NORD - PAS-DE-CALAIS

Ses missions

L'association régionale pour la surveillance et l'évaluation de l'atmosphère, **atmo Nord - Pas-de-Calais**, surveille la qualité de l'air dans la région et informe la population sur l'ensemble de la région.

Elle s'appuie sur son expertise, sur des techniques diversifiées (station de mesures, modèles de prévisions, ...) et sur ses adhérents (collectivités, associations, services de l'Etat, industriels). Ensemble, ils définissent le programme de surveillance et d'évaluation de l'atmosphère, en réponses aux enjeux régionaux et territoriaux.

Association loi 1901, agréée par le Ministère en charge de l'Ecologie et du Développement Durable, **atmo Nord - Pas-de-Calais** repose sur les principes de **collégialité, d'impartialité et de transparence des résultats pour :**

- **Surveiller – mesurer** les concentrations de polluants (données fiables, continues ou ponctuelles) ;
- **Etudier** – comprendre les phénomènes de pollution atmosphérique ;
- **Alerter** immédiatement et informer nos publics ;
- **Sensibiliser** les différents acteurs aux enjeux de la pollution atmosphérique ;
- **Inform** en permanence sur l'état de la qualité de l'air ;
- **Accompagner – Conseiller – Aider – Former** les acteurs régionaux et les autorités (simulation, identification d'indicateurs, évaluation des actions...).

atmo Nord - Pas-de-Calais mesure les concentrations d'une trentaine de polluants gazeux et particulaires, dont douze sont soumis à des valeurs réglementaires. Les modalités de cette surveillance sont présentées en [annexe 2](#).

Cette surveillance est menée en application des exigences européennes, nationales et locales dans le cadre de programmes d'études en air ambiant et en environnements intérieurs, pour les différentes composantes atmosphériques (Air, Climat et Energie).

Stratégie de surveillance et d'évaluation

Forte de 40 ans d'expertise, **atmo Nord - Pas-de-Calais** ajuste sa stratégie de surveillance et d'évaluation de l'atmosphère en fonction des **enjeux territoriaux et locaux** : la santé et l'environnement, le climat, l'aménagement du territoire, les transports, les activités économiques...

S'appuyant sur l'analyse de l'état des lieux régional (bilan des actions menées, cibles, éléments de contexte), de l'identification des enjeux spécifiques au Nord - Pas-de-Calais et de l'évaluation du niveau de connaissances sur chacune des problématiques, son **programme d'évaluation de l'atmosphère 2011-2015 s'inscrit dans une démarche transversale « Air, Climat, Energie »**.



Fruit d'un travail mené avec ses membres, il identifie cinq axes majeurs, déclinés en plans d'actions :

- deux axes transversaux : **Santé/Environnement et Climat/Energie** ;
- trois axes thématiques : **Aménagement du territoire, Transport et Activités économiques**.

La mise en œuvre de la stratégie de surveillance et d'évaluation contribue à confirmer et compléter la surveillance et l'observation du territoire, à accompagner nos adhérents (collectivités, industries, services de l'Etat, associations...) dans leurs projets en mettant à leur disposition nos outils d'aide à la décision.

Elle permet notamment, à partir d'une gamme élargie de polluants surveillés et de techniques d'évaluation et de simulation interfacées, de porter à connaissance les résultats.



ENJEUX ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

De plus en plus relayée par les différents médias, la pollution atmosphérique est devenue l'une des premières préoccupations des français en matière d'environnement. La France, contrainte par l'Europe à réduire ses émissions polluantes, a d'ores et déjà mis en place des procédures et des outils de planification visant à limiter les effets de la pollution atmosphérique sur les populations.

L'arrêté du 26 mars 2014 qui avait établi de nouvelles procédures à établir en cas d'épisode de pollution de l'air vient d'être abrogé pour renforcer l'efficacité des mesures à mettre en œuvre tout en associant plus étroitement les collectivités territoriales aux décisions (arrêté du 7 avril 2016 modifié par celui du 26 août 2016). Désormais, la persistance d'un épisode de pollution, notamment aux particules en suspension PM10, aura pour conséquence le passage automatique d'une procédure d'information-recommandation à une procédure d'alerte, avec mise en œuvre de mesures prescriptives et sanctionnables pour les activités concernées.

D'autre part, la politique établie au niveau européen fixe de nouveaux objectifs, de plus en plus contraignants, avec notamment la révision des plafonds d'émissions issues du secteur industriel.

Dans ce contexte et dans le cadre de l'appel à projet CORTEA (Connaissances, Réduction à la source et Traitement des Émissions dans l'Air) lancé par l'Ademe, le secteur de l'industrie extractive et tout particulièrement l'industrie du granulat, souvent associée à l'image d'une activité fortement génératrice de poussières, a souhaité pousser les investigations sur le sujet.

Après une première étude de même envergure réalisée en Provence-Alpes-Côte-D'azur (en partenariat avec plusieurs acteurs dont Air PACA, homologue d'**atmo** Nord - Pas-de-Calais en région PACA), l'Union Nationale des Producteurs de Granulats (UNPG), accompagnée au niveau régional de l'Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction (UNICEM), a sollicité **atmo** Nord-Pas-de-Calais dans le cadre du projet EMCAIR (EMissions des Carrières dans l'AIR), pour la réalisation d'une campagne de mesures des particules au sein du bassin de Marquise. Cette étude, jugée conforme au Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air (PSQA) établi pour la région Nord-Pas-de-Calais, vise à répondre à quatre objectifs majeurs :

- améliorer les connaissances sur la qualité de l'air,
- affiner les facteurs d'émissions relatifs aux exploitations de granulats,
- optimiser les connaissances sur la granulométrie des particules fines émises,
- optimiser la pertinence des modèles de diffusion.

Ces objectifs nécessitent la coordination de pôles d'activités divers : mise en place technique, étude de la chimie des particules, étude de sources, estimation des émissions, modélisation des émissions... Pour ce faire, différents acteurs, techniques et scientifiques, ont été sollicités.

Ainsi, le CITEPA (Centre Interprofessionnel d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) sera chargé de travailler sur les facteurs d'émissions et de veiller ainsi à la cohérence de la méthode d'inventaire nationale.

Le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) prendra en charge la partie chimie des particules.

L'INERIS interviendra en tant qu'expert sur la quantification des émissions et la modélisation.

L'ENCEM, bureau d'études et de conseils spécialisé dans l'environnement, suivra le projet à travers la compilation et la diffusion des résultats.

Enfin, le projet intégrant des campagnes de mesures dans l'Ouest de la France, les deux associations Air Breizh et Air Pays-de-la-Loire ont également été associées à l'étude.

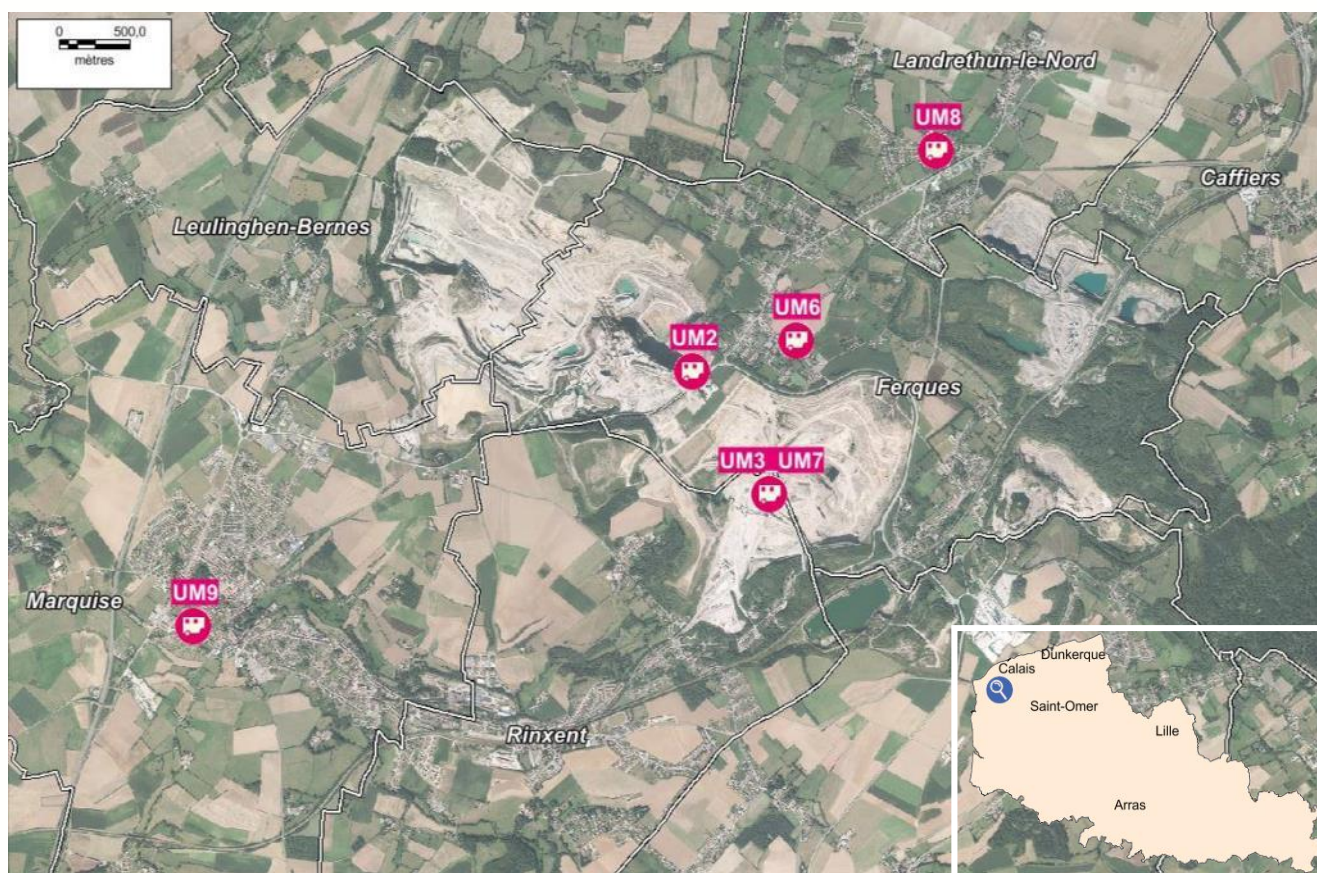
Ce rapport présente les résultats des deux phases de mesures, lesquelles se sont déroulées du **7 septembre au 5 octobre 2015 et du 7 mars au 4 avril 2016**, ainsi qu'une comparaison avec les niveaux des stations fixes les plus proches et de typologie variée. Le volet « modélisation » fera l'objet d'un rapport spécifique (Rapport N°01/2017/RGi).



CONTEXTE DE L'ETUDE

Localisation des différents points de mesures

La carte ci-dessous représente la répartition des 5 points de mesures sélectionnés : les unités mobiles (UM) 8, 6 et 9 se trouvent respectivement sur les communes de Landrethun-le-Nord, Ferques et Marquise. Les unités mobiles 2 et 3/7 se trouvent au sein même des carrières.



Légende



Unité mobile de mesures (UM)

Les sites de mesures ont été choisis en fonction de différents critères : accessibilité, sécurité, direction dominante de vents, proximité des carrières. Dans la région Nord-Pas-de-Calais, les vents dominants sont généralement issus soit du sud-ouest, soit du nord-est. Il était donc nécessaire de respecter cette diagonale nord-est/sud-ouest lors du choix d'implantation des sites afin d'optimiser les chances d'être sous les vents des carrières (et donc d'observer les plus fortes concentrations possibles pour le secteur). Cette configuration, avec des sites implantés à la fois à l'intérieur et à l'extérieur des carrières, a également pour but d'estimer si les particules émises depuis les carrières se transportent sur une plus ou moins longue distance, ou si elles retombent rapidement.



 [Site de Landrethun-le-Nord – UM8](#)



La station mobile est installée au sein de l'Ecole des Montaques, Rue des Montaques.
Densité de population dans un rayon d'un kilomètre autour de la station : 392 hab/km².

 [Site de Ferques – UM6](#)



La station mobile est installée sur le parking de la mairie de Ferques, rue Elisée Clais.
Densité de population dans un rayon d'un kilomètre autour de la station : 327 hab/km².



Vallée Heureuse – UM3/7



Les stations mobiles sont installées au cœur de l'activité du site de la Vallée Heureuse. Dans la suite du rapport, cette carrière correspondra à la Carrière A.

Le véhicule de type « Boxer » nécessite d'être complété par une remorque en raison du manque de place dont il dispose.

Site des Carrières du Boulonnais – UM2



La station mobile est installée au sein du site des Carrières du Boulonnais, à l'extrémité Est de l'exploitation. Dans la suite du rapport, cette carrière correspondra à la Carrière B.



 Site de Marquise – UM9



La station mobile est installée au Stade Louis Guerler, rue de la Couture.
Densité de population dans un rayon d'un kilomètre autour de la station : 1258 hab/km².

Dispositif technique utilisé

A travers cette étude, seules les particules sont suivies : les particules en suspension PM10, les particules fines PM2,5 et les poussières sédimentables. L'analyse chimique des particules est ensuite réalisée par le LSCE.

Le tableau ci-dessous présente les paramètres mesurés, ainsi que les techniques de mesures employées en fonction des différents sites de mesures.

Point de mesures	Sites	Analyseurs automatiques		Granulomètres				Préleveur séquentiel		Préleveur passif	Météo
		Moyen technique : jauges radiométriques et analyseur type BAM ; pas de temps variables selon la métrologie		Moyen technique : Dekati ; filtres en fibre de quartz, débit 30L/min ou 10L/min ; prélèvements hebdomadaires				Moyen technique : Partisol ; filtre en fibre de quartz, débit 1m ³ /h, prélèvement hebdomadaire		Moyen technique : jauges Owen, prélèvement mensuel	
		[PM10] (µg/m ³)	[PM2,5] (µg/m ³)	Pesée <PM2,5 (mg)	Pesée PM2,5<PM<PM10 (mg)	Pesée >PM10 (mg)	Analyses physico-chimiques	Pesée PM10 (mg)	Analyses physico-chimiques	Pesée poussières sédimentables (en mg)	
UM9	Marquise	X	X	X	X	X	X		X	X	
UM6	Ferques	X	X						X	X	X
UM8	Landrethun-le-Nord	X	X	X	X	X	X		X	X	
UM2	Carrière B	X	X	X	X	X	X		X	X	X
UM3/UM7	Carrière A	X	X						X	X	X

Les carrières A et B ont également été équipées de Webcams. En phase 2, des pluviomètres ont été ajoutés sur tous les sites et un Microvol TSP au niveau de la Carrière B. Les techniques sont présentées et détaillées en annexe 2.





Dispositif de référence

Afin d'interpréter les résultats obtenus depuis les différentes unités mobiles installées au sein du bassin de Marquise, les données vont être comparées aux stations de mesures fixes les plus proches mesurant les mêmes paramètres, sur des typologies variées. La carte ci-dessous permet de localiser les stations fixes par rapport à la zone d'étude.



Localisation et typologie des stations fixes utilisées

Selon leurs critères d'implantation et les caractéristiques environnementales, les stations fixes ne mesurent pas systématiquement les mêmes polluants. Le tableau ci-dessous reprend les polluants mesurés par chacune des stations fixes de référence utilisées dans cette étude :

Station fixe	Particules en suspension PM10	Particules fines PM2,5
Outreau	■	
Calais-Berthelot	■	■
Dunkerque-Malo	■	■

« ■ » = mesure disponible et prise en compte dans l'étude



Origines et impacts des particules surveillées

Les particules en suspension (PM10 et PM2,5)

[Sources](#)

Les particules en suspension varient du point de vue de la taille, des origines, de la composition et des caractéristiques physico-chimiques. Elles sont classées selon leurs propriétés aérodynamiques : pour les particules PM10, on parle de particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 μm , les particules PM2,5 correspondent aux particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 μm . Parmi les poussières présentes dans l'air, certaines sont d'origine naturelle (sable du Sahara, cendres volcaniques, embruns marins, pollens...), d'autres sont d'origine anthropique. Ces dernières sont notamment émises par les installations de combustion, les transports (moteurs diesels, usure des pneus...), les activités urbaines et industrielles (travaux publics, construction, secteur minier...), l'érosion de la chaussée, ou encore par le secteur agricole. La multiplicité des sources d'émissions rend ainsi difficile l'estimation de la composition exacte des particules en suspension dans l'atmosphère.

Si les poussières présentes dans l'atmosphère peuvent être issues directement des rejets dans l'atmosphère (on parle de particules primaires), elles peuvent également résulter de transformations chimiques à partir des polluants gazeux (on parle alors de particules secondaires). Bien qu'elle constitue une source importante de particules, la génération de particules secondaires est difficile à quantifier, car elle met en jeu des mécanismes complexes, mal connus qualitativement et quantitativement. Les inventaires des émissions ont pour objet de quantifier les émissions de particules primaires.

Contrairement aux polluants gazeux, les particules ne constituent pas une espèce chimique unique et homogène. Elles sont constituées d'un mélange complexe de matière organique et minérale. Chimiquement, les poussières sont constituées des éléments suivants :

- des espèces carbonées : carbone élémentaire, carbone organique, matière organique. On y trouve les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les aldéhydes, les cétones, les pesticides, les dioxines...
- une fraction minérale : poussières minérales, ions inorganiques (sulfates, nitrates, ammonium, calcium, sodium, chlorures...), métaux (plomb, nickel, cadmium, arsenic, titane, fer, cuivre, aluminium...)

[Impacts sanitaires](#)

La taille des particules est un facteur important : plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans les voies respiratoires. Elles peuvent ainsi irriter et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes, du fait notamment de leur propension à adsorber des polluants tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les métaux lourds. Selon une récente étude réalisée sur plusieurs villes européennes dont Lille, les particules en suspension seraient responsables de 42 000 décès prématurés par an en France (programme Clean Air for Europe) et réduiraient de 6 mois en moyenne notre espérance de vie (programme Aphekom – résultats pour Lille).

[Impacts environnementaux](#)

Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.



Les poussières sédimentables

[Sources](#)

Les poussières sédimentables sont, selon les sources, des particules de taille variée jusqu'à l'échelle millimétrique, ce qui peut les rendre directement visibles à l'œil nu lorsqu'elles sont déposées. C'est leur densité et leur taille aérodynamique qui, par opposition aux autres particules leur confère la propriété de se déposer. Leur déposition se produit en général en proximité de la source, mais leur réenvol est toujours possible. Leurs origines sont principalement les activités de terrassements, travaux publics, et construction, ainsi que manutentions, stockages et de transport de matières minérales sèches ou pulvérulentes (charbons, ...), mais aussi certains procédés industriels du domaine de la métallurgie ou de la sidérurgie, ou encore l'activité extractive en carrière.

On observe souvent, mêlées à ces particules d'origine anthropique, des dépôts de particules naturelles liées à l'érosion éolienne (sables, limons) ou d'origine végétale.

[Impacts sanitaires](#)

S'il est admis que la fraction grossière des particules sédimentables ne peut pas être inhalée de par leur diamètre aérodynamique trop important, la fraction fine peut pénétrer dans les alvéoles pulmonaires. Elles peuvent également être ingérées par le biais de la consommation de fruits ou légumes exposés aux retombées, et insuffisamment lavés. Ce sont alors les traces d'éléments présents dans les particules (métaux, composés organiques) qui présentent une toxicité.

[Impacts environnementaux](#)

Le principal impact sur l'environnement des poussières sédimentables est la nuisance perçue par les habitants dans les zones exposées à ces retombées. Les constructions et éléments extérieurs peuvent alors être l'objet de salissures chroniques, dont l'importance est directement liée à la nature des particules, notamment leur teinte, leur caractère plus ou moins « collant », ou leur forme (grain ou paillette).

Quand les particules sédimentables contiennent des éléments toxiques (notamment des métaux lourds), leur cumul à long terme peut provoquer une pollution sensible des sols.



Emissions connues

Afin de répondre aux objectifs de mesures et d'évaluation de la qualité de l'air, et en supplément du dispositif de mesures implanté en région, **atmo Nord – Pas-de-Calais** réalise, tous les deux ans environ, un inventaire des polluants rejetés dans la région.

Les émissions de polluants (à ne pas confondre avec les concentrations de polluants, Cf. annexe 3) correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère :

- par les activités humaines (cheminées d'usine ou de logements, pots d'échappement, agriculture...),
- par des sources naturelles (composés émis par la végétation et les sols, etc.).

L'inventaire des émissions de polluants consiste à identifier et recenser la quantité des polluants émis par secteur d'activité, sur une zone et une période données.

Lorsque les émissions sont représentées sur une carte (définies et quantifiées à l'échelle d'un territoire géographique comme la commune ou la communauté de communes), on parle de **cadastre des émissions**. Les émissions de polluants s'expriment en kilogrammes ou tonnes par an.

Les données utilisées et présentées dans les parties suivantes sont issues de **l'inventaire des émissions de l'année 2010**¹, réalisé par atmo Nord Pas-de-Calais, selon la méthodologie définie en 2012 (source Base_A2010_M2012_V2). **Elles sont présentées à l'échelle de la communauté de communes.**

Les secteurs représentés dans les graphiques ci-après sont:

- Le secteur industriel comprenant les émissions issues de l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie ainsi que celles issues de l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction.
- Le secteur transports comprenant les émissions du transport routier et des modes de transport autres que routier.
- Le secteur « autres » comprenant principalement les émissions agricoles et biogéniques
- Le secteur résidentiel et tertiaire comprenant les émissions issues des secteurs résidentiel, tertiaire, commercial et institutionnel.

Les émissions incluses dans cet inventaire sont une agrégation des émissions déclarées pour l'année 2010 et des émissions calculées. Pour ces dernières, la principale source de facteurs d'émission est la 10^e version d'OMINEA (CITEPA), excepté pour les carrières pour lesquelles les facteurs d'émissions sont issus d'EMEP 2013².

Les travaux sur les facteurs d'émission ne font pas l'objet du présent rapport.

Le pourcentage est exprimé par rapport au total régional des émissions. **Les fiches en annexe** sont réalisées sur un périmètre et un découpage différents. Pour les fiches, ce découpage cible les six principaux secteurs SECTEN définis par le CITEPA.

Pour en savoir plus voir <http://www.atmo-npdc.fr> rubrique émissions régionale.

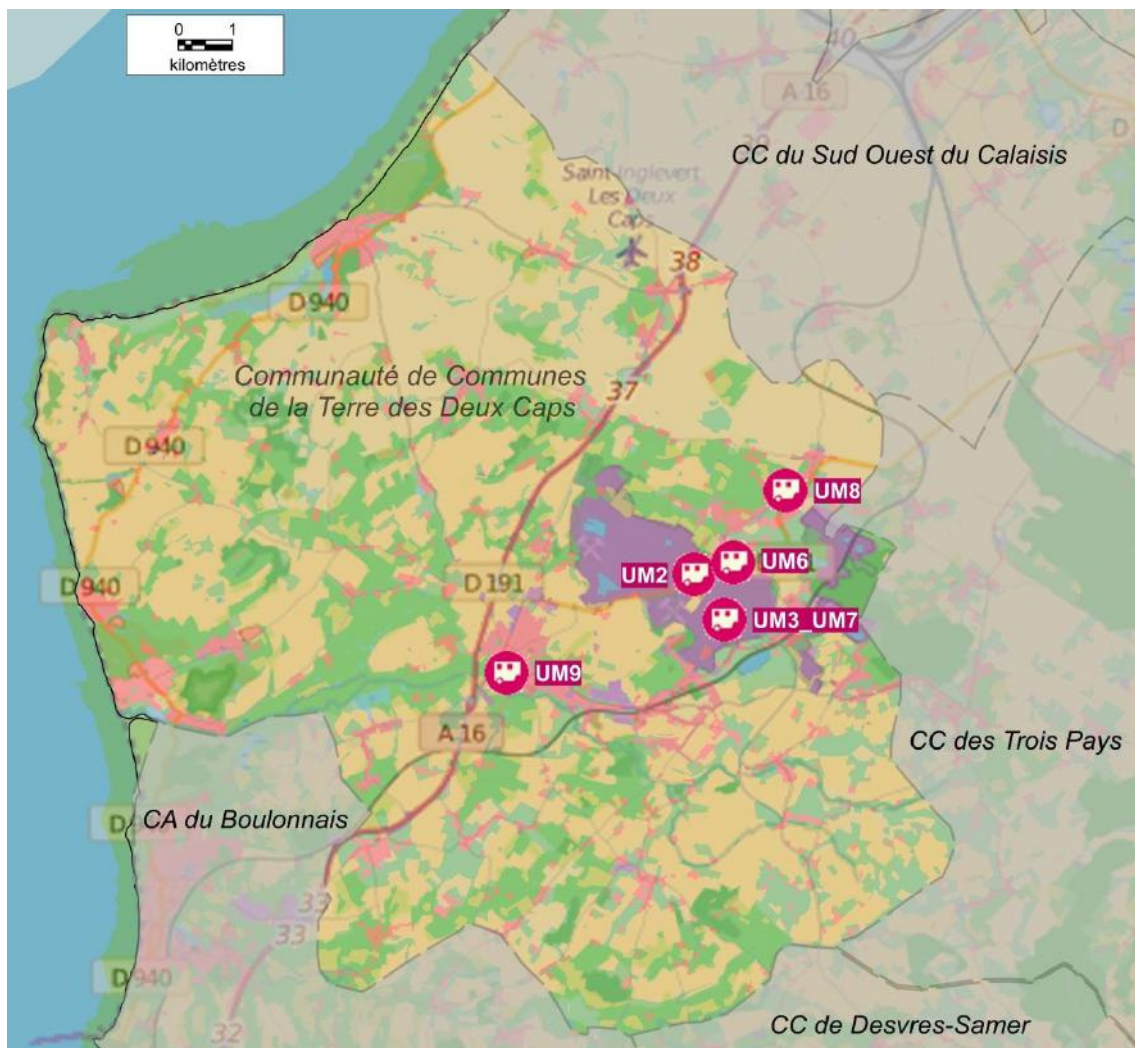
¹ Les facteurs d'émission utilisés sont ceux de l'année 2010, issu de la 10^{ème} version d'OMINEA

² Depuis, les facteurs d'émissions utilisés dans la méthodologie 2012 sont issus de la 11^{ème} édition d'OMINEA.



Localisation des principaux émetteurs anthropiques de la zone d'études

La carte ci-dessous représente les principaux émetteurs pouvant influencer la qualité de l'air locale à l'échelle de la Communauté de Communes de la Terre des Deux Caps (activités économiques industrielles et agricoles, routiers et autres transports, urbanisation).



Occupation des sols (SIGALE)

	Forêts et milieux semi-naturels
	Réseaux de communication
	Territoires agricoles
	Zones humides et surfaces en eau
	Zones industrielles ou commerciales; mines, décharges et chantiers
	Zones urbanisées

Le territoire est principalement composé de terres agricoles, de forêts et de milieux semi-naturels. La zone violette, correspondant aux territoires industrialisés, est essentiellement composée de carrières, dont :

- Les Enrobés de Marquise,
- Chaux et Dolomies du Boulonnais,
- Littoral Enrobés,
- Carrières du Boulonnais,
- SAS Stinkal,
- Carrière de la Vallée Heureuse



Précisions sur les principaux émetteurs anthropiques de la zone d'études

[Précisions sur les principaux émetteurs industriels locaux](#)

Le bassin carrière de Marquise, avec une superficie de 2500 hectares, englobe les territoires des communes de Rinxent, Réty, Ferques, Leulinghen et Landrethun-le-Nord. Il se compose de 4 zones d'exploitations : les Carrières du Boulonnais, la Carrière de la Vallée Heureuse, les Carrières de Stinkal et les Carrières de Chaux et Dolomies.

La carrière de la Vallée Heureuse exploite un gisement de calcaire dur compact qui s'étend sur plus de 200 hectares dans le bassin de Marquise. Ce gisement est exploité sur 6 étages de fronts géologiques d'une hauteur totale de 90 mètres. Sa production de sables, gravillons, castines, pierres à chaux, calcaires micronisés et d'enrochement est acheminée vers la France, la Belgique, les Pays-Bas et la Grande Bretagne. Acteur majeur de la production de granulats sous toutes ses formes, la carrière de la Vallée Heureuse a une capacité de production de 20 000 tonnes par jour, expédiées par la route, le chemin de fer, la mer ou par voie fluviale, et a permis la réalisation de nombreux grands projets, comme les autoroutes (A1, A16, A25, A26, A29...), la ligne TGV Nord, le Tunnel sous la Manche ou encore des travaux portuaires.

La carrière du Boulonnais est quant à elle la plus grande carrière à ciel ouvert de France. Elle produit et commercialise 6 000 000 tonnes de granulats calcaires par an. L'activité de la Carrière du Boulonnais est destinée à l'industrie (la sidérurgie, le sucre, le verre, les alimentations animales...), au bâtiment (béton prêt à l'emploi, préfabrication) et aux travaux publics.

Sources d'émissions de poussières dans les carrières

L'extraction

Durant la phase d'extraction, les poussières proviennent essentiellement du :

- Forage
- Tir de mine
- Chargement des matériaux abattus dans les tombereaux (dumpers) qui assurent l'alimentation du poste primaire

Afin de réduire les émissions lors de l'extraction, un dépoussiéreur est installé sur les foreuses pour collecter les poussières et ainsi limiter la pollution de l'air.

L'usine de concassage

Les sources d'émissions de poussières provenant de l'usine de concassage sont issues :

- Des points de chute des matériaux
- Des concasseurs
- Des tamiseurs ou cribles
- Des dépoussiéreurs (quand ils ne sont pas réglés)

Il existe de nombreux moyens pour réduire les émissions de poussières dans les unités de production de granulats. Certaines opérations sont réalisées dans des bâtiments fermés (le capotage), avec plusieurs trémies couvertes ; des dépoussiéreurs peuvent être installés pour recueillir les poussières aux tamiseurs, aux concasseurs et aux points de chute des matériaux ; des jupes peuvent être aussi installées en certains points pour diminuer la hauteur de chute des blocs de pierre. Au-delà du bon choix des appareils, c'est sans aucun doute le traitement des étanchéités pour assurer le confinement des flux des matières qui fait la réussite d'une installation. Leurs intégrations selon les règles permettront de supprimer les échappées de produits ainsi que la réduction des émissions dans l'air. D'autres moyens de réduction passent par le capotage des matériels de traitement, voire la réalisation de bâtiments enfermant les différentes machines (concasseurs, cribles, transporteurs, trémies,...).



Le stockage (l'entreposage)

Lors du stockage, les sources d'émissions de poussières proviennent du :

- Déchargement des produits sur les piles
- Chargement des produits pour les clients
- Erosion des piles par le vent

Trois moyens existent afin de réduire les émissions de poussières engendrés par l'entreposage en piles de produits.

La première méthode consiste à stocker les granulats dans des abris, dans certains, la pression est négative grâce à des dépoussiéreurs. La deuxième méthode consiste à ériger deux bermes aux limites de propriétés près des entreposages en piles dans un axe nord-ouest et sud-ouest afin de masquer les stocks des vents dominants. Enfin, la troisième méthode, la plus utilisée, consiste à employer des bonnes pratiques sur le chargement des produits très fins avec un chargeur sur roues, permettant ainsi de limiter la quantité du produit chargée dans la benne à chaque pelletée.

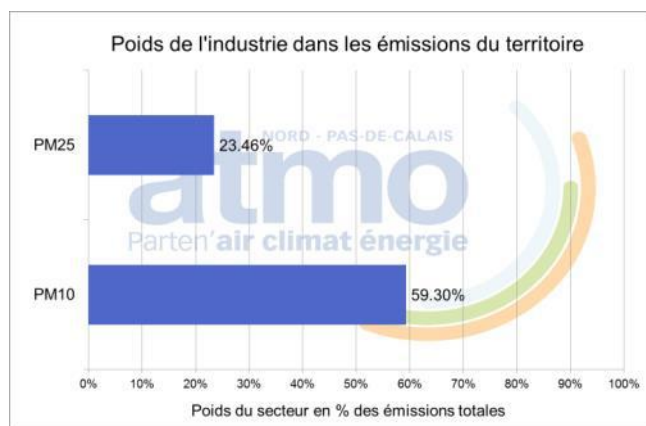
Les voies de circulation

Les sources d'émissions de poussières provenant des voies de circulation sont essentiellement les poussières entraînées dans l'atmosphère lors du passage des véhicules. On les retrouve lors du :

- Transport des matériaux de découvertes vers les lieux de stockage
- Transport des pierres de l'extraction vers l'usine de concassage
- Transport des granulats de l'usine de concassage vers la zone de stockage
- Déplacement divers des camionnettes de maintenance, supervision et opération
- Déplacement des chargeurs sur roues

A cette étape, l'asphaltage du sol (mélange de bitume et de granulats) depuis l'entrée de l'usine jusqu'à la balance et l'arrosage sur les différentes voies de circulation (environ deux fois par jour par temps sec) constituent les deux techniques permettant d'atteindre la diffusion des poussières dans l'air.

Dans le cadre de l'inventaire d'atmo Nord-Pas-de-Calais réalisé à échelle régionale puis décliné par communauté de communes, le secteur industriel comprend les émissions issues de l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie ainsi que celles issues de l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction.



Ainsi, à l'échelle de la **Communauté de communes de la Terre des Deux Caps**, le secteur industriel est le principal émetteur de particules en suspension PM10 du territoire.

Les données contenues dans l'inventaire étant soumises à des règles de confidentialité strictes, seules les données d'émissions des industriels les plus importants sont disponibles librement sur la base IREP¹. En ce qui concerne les 21 communes de la Terre des Deux Caps, 5 industries sont connues : Les Enrobés de Marquise (à Marquise), Chaux et Dolomies du Boulonnais et Littoral Enrobés SARL (à Rety), Carrières du Boulonnais et SAS Stinkal (à Ferques). L'IREP ne

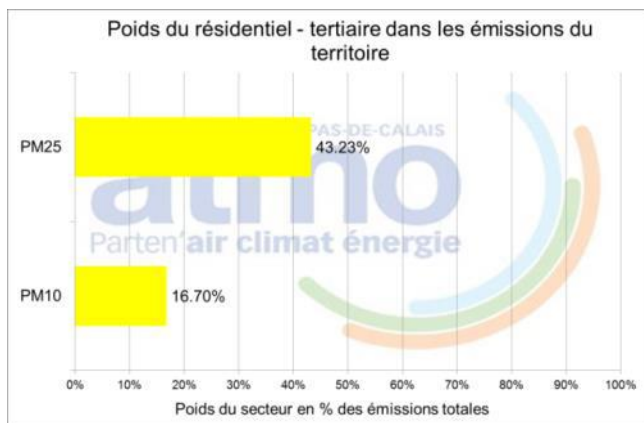
recense pas d'émissions liées aux poussières pour ces industries. A noter que l'industrie SCORA est également présente à l'est du site de Landrethun-le-Nord, à Caffiers, mais n'est pas recensée pour des émissions polluantes dans l'atmosphère (émissions dans l'eau essentiellement).

¹ Source : <http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>



Précisions sur les principales émissions issues du secteur résidentiel tertiaire

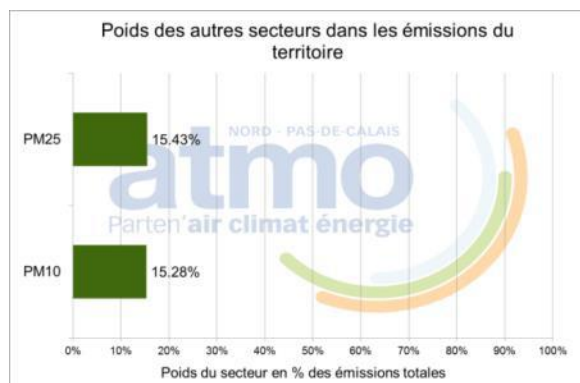
Le secteur résidentiel et tertiaire comprend les émissions issues des secteurs résidentiel, tertiaire, commercial et institutionnel.



A l'échelle de la **Communauté de communes de la Terre des Deux Caps**, le secteur résidentiel tertiaire (dont les émissions sont principalement issues du chauffage) est le principal émetteur de particules fines PM2,5 du territoire : plus de 40% des émissions de PM2,5 relevées sur le territoire proviennent du secteur résidentiel tertiaire et la part s'élève à 16,7% pour les particules PM10.

Précisions sur les principales émissions agricoles et biotiques

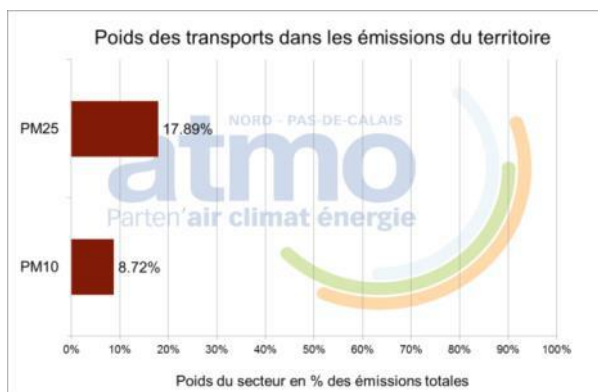
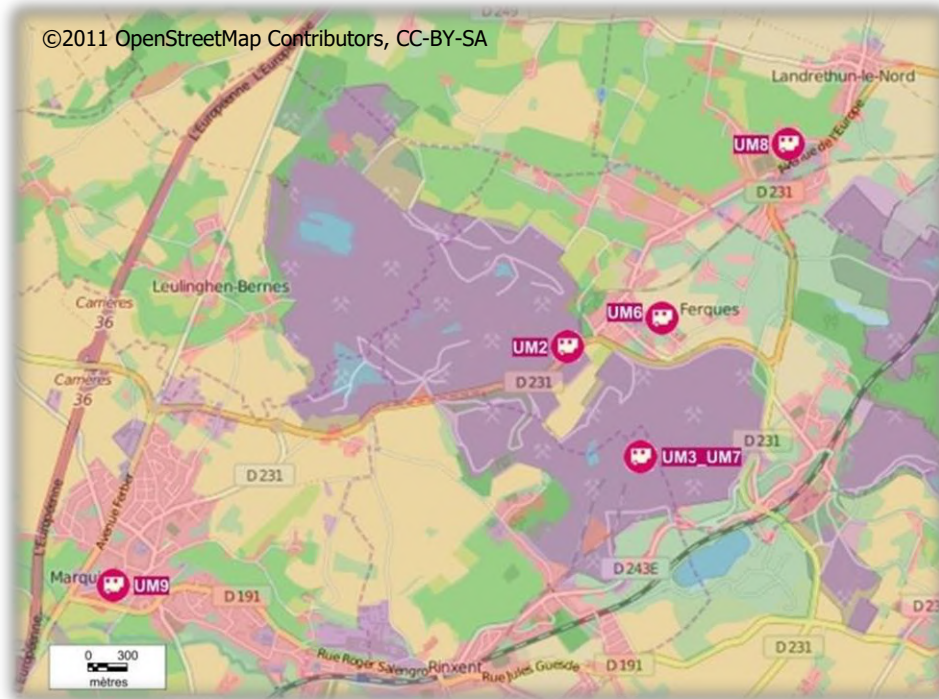
A l'échelle de la **Communauté de communes de la Terre des Deux Caps**, le secteur agricole - biotique est également un émetteur de poussières à hauteur d'environ 15% pour les particules en suspension PM10 et 15% également pour les particules fines PM2,5. L'agriculture, en particulier l'élevage, est par ailleurs une source importante de précurseurs des particules secondaires (non comptabilisées ici).





Précisions sur les principaux axes routiers

Le secteur transport comprend les émissions du transport routier et des modes de transport autres que routier.



A l'échelle de la **Communauté de communes de la Terre des Deux Caps**, le secteur routier contribue aux émissions de poussières du territoire, à hauteur respective d'environ 18% et 9% pour les PM2,5 et les PM10.

Selon notre inventaire des émissions, voici les Trafics Moyens Journaliers Annuel (TMJA) obtenus et disponibles pour l'année 2012 :

- La D231 (passant près de l'UM2, au sud de l'UM6, et rejoint l'UM8 au nord) affiche un TMJA de 1226 véhicules dont 16% de poids lourds,
- L'A16 (« L'Européenne ») à l'ouest de Marquise, affiche un TMJA de 13 432 véhicules, dont 14% de poids lourds.
- La D191, au sud-est de Marquise dénombre un TMJA de 3 056 véhicules dont 7% de poids lourds.
- La D249 au nord de l'UM8, passant par Landrethun-le-Nord, compte un TMJA de 867 véhicules dont 7% de poids lourds.

Ainsi, le trafic routier du secteur n'est pas dense et les unités mobiles de mesures sont suffisamment éloignées des axes pour que l'influence des émissions liées au trafic routier sur les concentrations observées en polluants puisse être négligée dans cette étude.



RESULTATS DE L'ETUDE

Contexte météorologique

Le contexte météorologique peut avoir un impact sur les conditions de dispersion de la pollution atmosphérique.

Certains paramètres favorisent la dispersion et/ou leur lessivage (par exemple la pluie), d'autres au contraire vont favoriser une accumulation des polluants (comme les hautes pressions), ou leur formation (comme l'ensoleillement).

Pour une campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant, il est donc important d'étudier les conditions météorologiques dans lesquelles les mesures des polluants ont été effectuées.

		Phase 1		Phase 2	
		Outreau	Sangatte	Outreau	Sangatte
Température (°C)	Moyenne	14,1	13,8	7,4	7,5
	Minimum	7,7	5,3	1,2	-0,1
	Maximum	20,5	18,4	18,6	16,1
Pression atmosphérique (hPa)	Moyenne	1014	-	1014	-
Humidité relative (%)	Moyenne	74	84	75	88

Guide de lecture des roses de vents présentées page suivante:

- Les cellules représentent la vitesse et la direction du vent, et se placent en fonction des 4 points cardinaux représentés par des flèches.
- La fréquence de vent est indiquée en pourcentage par les cercles concentriques.
- La couleur de la cellule varie en fonction de la vitesse des vents.

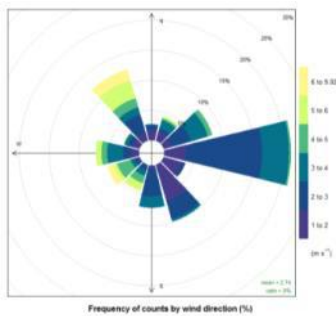
Ainsi, plus une cellule sera jaune, plus les vents de ce secteur seront forts ; et plus une cellule sera éloignée du centre, plus les vents de ce secteur seront fréquents.



La direction et la vitesse des vents ont été mesurées plus localement, au niveau de trois des cinq sites de mesures.

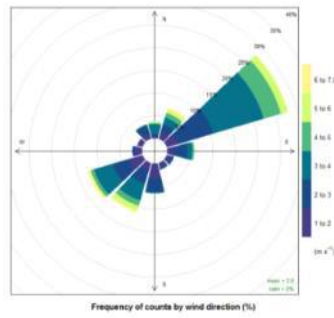
Roses de vents obtenues sur l'ensemble de la **première phase** de mesures (7 septembre – 5 octobre 2015)

Carrière B



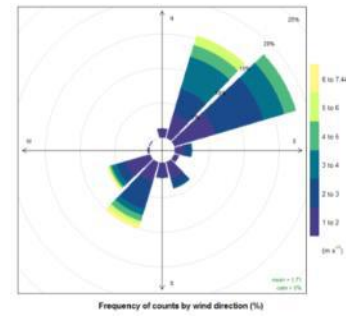
Vitesse moyenne : 2,7 m/s
Vitesse maximale : 9,0 m/s
Direction majoritaire : vent d'est

Ferques



Vitesse moyenne : 2,6 m/s
Vitesse maximale : 7,8 m/s
Direction majoritaire : vent d'est-nord-est

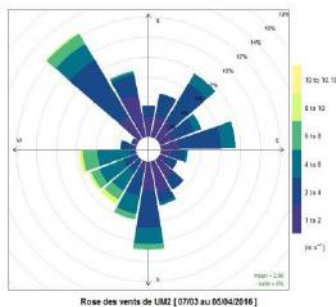
Carrière A



Vitesse moyenne : 1,7 m/s
Vitesse maximale : 7,4 m/s
Direction majoritaire : vent de nord-est

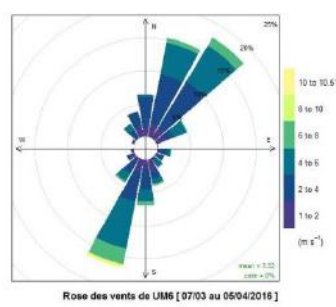
Roses de vents obtenues sur l'ensemble de la **deuxième phase** de mesures (7 mars – 5 avril 2016)

Carrière B



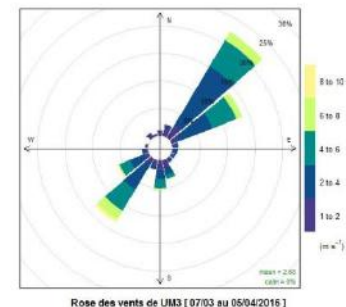
Vitesse moyenne : 3,0 m/s
Vitesse maximale : 10,2 m/s
Direction majoritaire : pas de direction spécifique

Ferques



Vitesse moyenne : 3,3 m/s
Vitesse maximale : 10,5 m/s
Direction majoritaire : nord-est et sud-ouest

Carrière A



Vitesse moyenne : 2,7 m/s
Vitesse maximale : 9,6 m/s
Direction majoritaire : nord-est et sud-ouest

Selon le site de mesure où l'on se trouve, les vents dominants n'ont pas tout à fait la même direction préférentielle. La rose des vents la plus représentative de la météorologie de la région est la rose de la Carrière B : de par l'implantation du site de mesure, celle-ci a bénéficié d'un environnement parfaitement dégagé. A contrario, la rose des vents de la Carrière A est représentative d'une météo de proximité, très locale, dans la mesure où le site a été implanté au cœur de la carrière, dans un milieu encaissé.

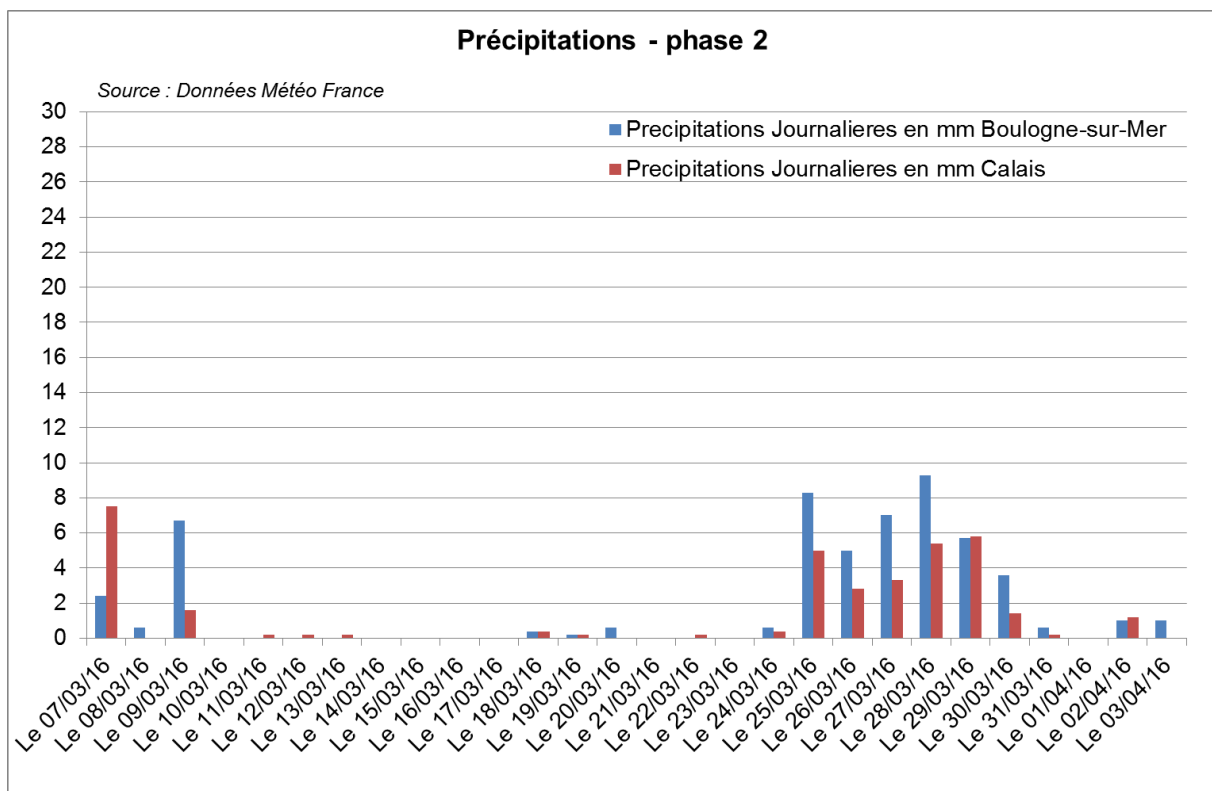
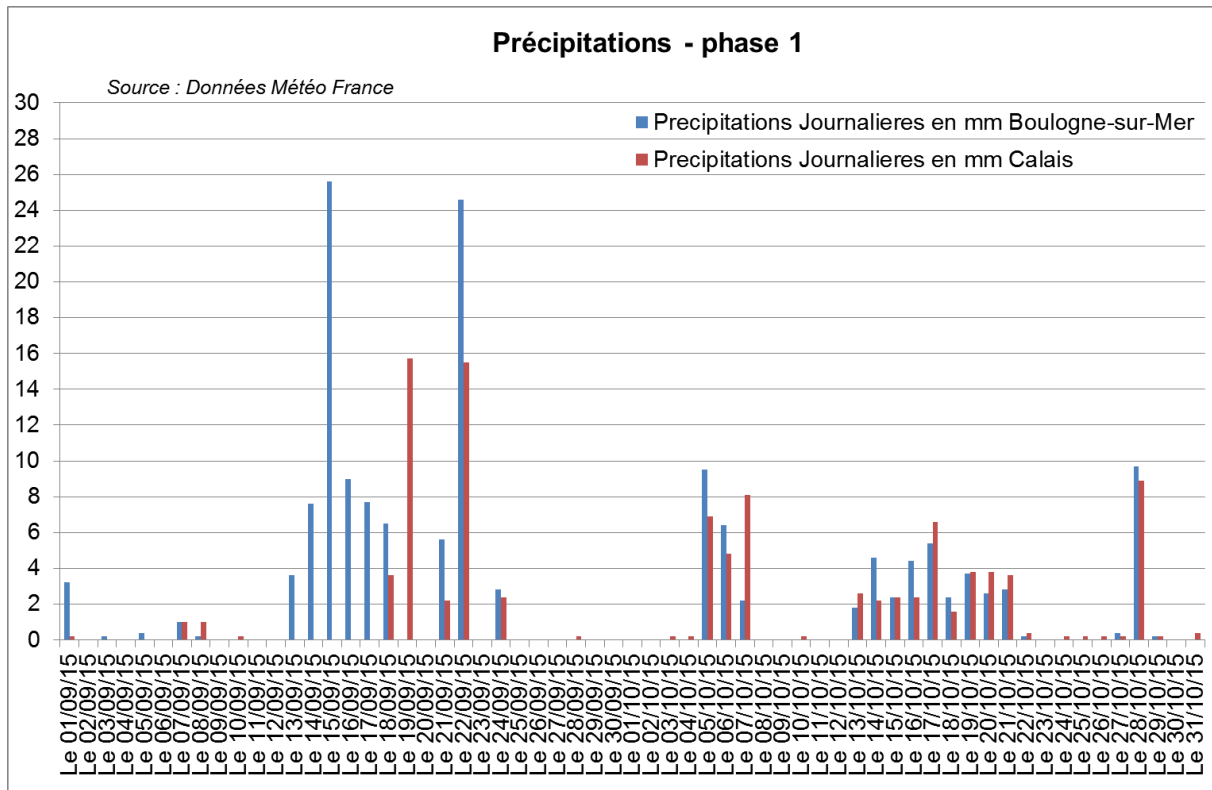
En phase 1, globalement, les conditions météorologiques ont été changeantes, avec une alternance pluie/éclaircies. La période du 14, 15 et 16 septembre a été marquée par de fortes précipitations en lien avec un passage orageux. En début et fin de phase, les conditions ont été anticycloniques, donc potentiellement plus défavorables à la dispersion des polluants.

En phase 2, la période est marquée par une période sèche du 10 au 23 mars, liée à des conditions anticycloniques observées plus précisément du 10 au 17 mars. Des vents à plus de 100 km/h ont été relevés dans le Boulonnais, le 28 mars, suite au passage de la tempête Jeanne qui a touché toute la bande littorale de la région. Les relevés des pluviomètres installés à la semaine indiquent une moyenne sur la zone d'étude de :

- 6 mm de précipitations du 7 au 14 mars,
- 0,4 mm du 14 au 21 mars,
- 35 mm du 21 au 28 mars,
- 6,3 mm du 28 mars au 4 avril.



Cumul des précipitations journalières, données issues des stations Météo France





Episodes de pollution en région

Un épisode de pollution correspond à une période, où les concentrations de polluants dans l'atmosphère ne respectent pas ou risquent de ne pas respecter les seuils réglementaires (seuil d'information/recommandation et seuil d'alerte) et selon des critères prédéfinis (pourcentage de surface de la zone ou pourcentage de population impactés, niveau réglementaire franchi, durée de l'épisode, ...).

Quatre polluants¹ sont intégrés dans la procédure de déclenchement d'épisode de pollution de l'air :

- l'ozone (O₃)
- le dioxyde d'azote (NO₂)
- le dioxyde de soufre (SO₂)
- les particules en suspension (PM10)

Caractéristiques des épisodes de pollution

Pour atteindre des niveaux élevés de concentration conditionnant le déclenchement des épisodes de pollution, les critères à réunir sont multiples et varient selon les périodes de l'année. La combinaison de plusieurs des éléments suivants est souvent à l'origine des épisodes :

- mauvaises conditions de dispersion,
- conditions favorables aux transformations chimiques,
- transport transfrontalier ou interrégional de polluants,
- émissions de polluants en région,
- émissions
- de précurseurs du polluant.

Bilan des épisodes de pollution ayant été constatés

Au cours de cette étude, nous avons constaté quelques épisodes de pollution. Durant la première phase de mesure, du 7 septembre au 5 octobre 2015, un seul épisode de pollution a été recensé, dû **aux particules en suspension PM10**, du **3 au 4 octobre**. Lors de la deuxième phase de mesure, du 7 mars au 5 avril 2016, un seul épisode a également eu lieu, toujours en raison des niveaux de particules en suspension **PM10**, du **11 au 12 mars 2016**.

¹ Les particules fines PM2,5 n'entrent pas dans la procédure de déclenchement



Episode du 3 au 4 octobre 2015

Synthèse météorologique de l'épisode

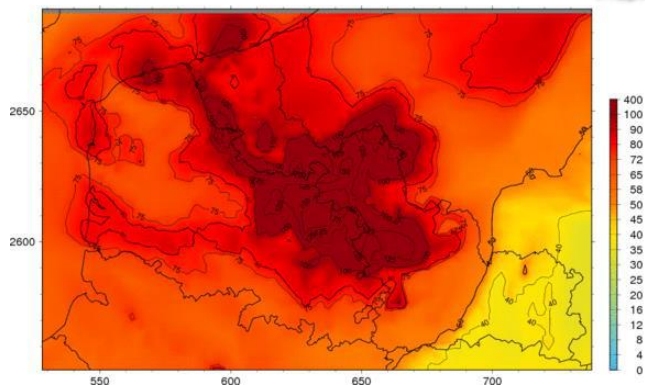
Les rétro-trajectoires (image ci-contre) indiquent une masse d'air provenant de l'Est de l'Europe pour les deux journées.

Synthèse qualité de l'air

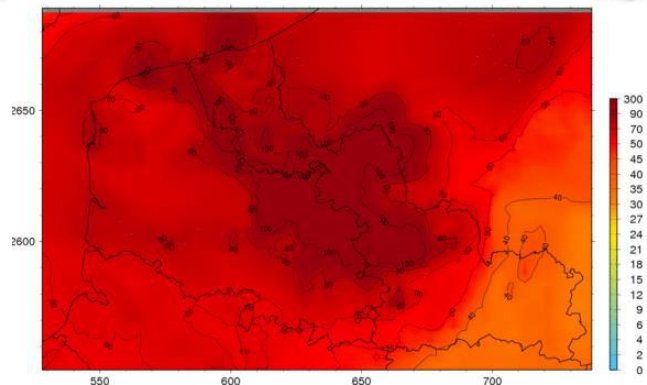
On constate un écart important sur les stations de mesure de la région. Les agglomérations touchées par des dépassements du seuil journalier sont celles de Béthune, Boulogne-sur-Mer, Calais, Dunkerque, Lens, Lille et Saint-Omer. Le site rural de Campagne-les-Boulonnais est également concerné. Le 4 octobre, les mesures supérieures à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se restreignent à la seule agglomération de Lille. Cet épisode a été essentiellement composé de particules fines $\text{PM}_{2,5}$: la moyenne du rapport $\text{PM}_{2,5}/\text{PM}_{10}$ est supérieure à 80% pour les deux journées.



PM10, maxima journalier en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Prévision du 03-10-2015 pour le jour même



PM25, maxima journalier en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Prévision du 03-10-2015 pour le jour même



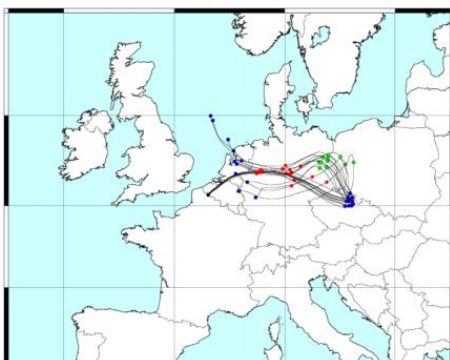
Le bassin de Marquise a ainsi été touché par cet épisode de pollution.

Episode du 11 au 12 mars 2016

Synthèse météorologique de l'épisode

Les rétro-trajectoires indiquent une origine des masses d'air située entre l'Est et le Nord-Est de l'Europe. Elles sont relativement stables au cours des journées et ont circulé majoritairement au niveau du sol les dernières 24 heures.

20160312 : Retrotrajectoires pour le 20160311



20160313 : Retrotrajectoires pour le 20160312





Synthèse Qualité de l'air

Le 11 mars, la quasi-totalité des stations dépassent le seuil d'information et de recommandations, seule la station rurale de Cartignies y est inférieure, s'en approchant néanmoins. Les concentrations restent supérieures ou proches des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ horaires tout au long de la journée. Seule la station de Mardyck, de proximité industrielle, dépasse le seuil d'alerte. La hausse du niveau de fond régional combinée aux émissions locales explique ce phénomène isolé. Le niveau moyen des concentrations se maintient plus ou moins durant la journée du 12 mars, sans réel cycle diurne. On constate cependant une diminution des concentrations dans l'après-midi, qui se traduit par une baisse des moyennes journalières.

Au cours du début de journée le 13 mars, les niveaux amorcent une baisse générale : on ne constate plus de stations en dépassement de seuil au terme de la journée.

La fraction volatile augmente nettement entre le 10 et le 11 mars, en doublant sa valeur. Elle reste stable en moyenne durant les journées du 11 et 12 mars, contribuant à hauteur de 50% à la concentration en PM10. Elle diminue le 13 mars.

Les concentrations en PM2,5 enregistrent également une hausse à partir du 10 mars en fin de journée. Elles atteignent leurs valeurs maximales le 11 mars et diminuent légèrement le 12 mars. Leur contribution moyenne aux PM10 est de l'ordre de 85% (entre 79% et 90%) le 11 mars et s'élève à 89% (entre 86% et 93%) le 12 mars. Les données des aethalomètres disponibles pour les sites de Fives (urbaine) et Roubaix Serres (proximité automobile) ne montrent pas d'élévations significatives des concentrations de particules en suspension issues de la combustion de biomasse ou du trafic.

Cet épisode est donc majoritairement dû à la présence / formation de particules secondaires.

Le bassin de Marquise a été touché lors de cet épisode de pollution.



Exploitation des résultats de mesures

Bilan métrologique

Les données délivrées par le dispositif de mesures des polluants atmosphériques sont systématiquement validées puis agrégées afin de calculer des paramètres statistiques comparables à la réglementation en vigueur et interpréter rigoureusement la qualité de l'air sur la zone d'étude concernée.

Une fois les données validées, un taux de fonctionnement est calculé pour chaque paramètre mesuré. Il s'agit du pourcentage de données valides d'un appareil de mesures, sur une période définie (année civile, phase de mesures, semaine...).

Un **taux de fonctionnement inférieur à 85%** signifie que la concentration moyenne du polluant n'est pas représentative sur le temps d'exposition (ici équivalent à une phase de mesures). Aucune comparaison avec les valeurs réglementaires du polluant pour l'année de l'étude n'est alors possible.

Dans cette étude tous les taux de fonctionnement sont supérieurs à 85% (Voir le détail des taux de fonctionnement en annexe), les données sont donc exploitables. Les limites de détection (plus petites concentrations pouvant être détectées par les appareils de mesures) pour les polluants étudiés sont indiquées dans le tableau ci-contre.

Polluant	Limite de détection des analyseurs automatiques ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Particules en suspension PM10	3
Particules fines PM2,5	3

Repères réglementaires

Pour l'interprétation des données, nous disposons de diverses valeurs réglementaires (valeurs limites, valeurs cibles, objectifs...) en air extérieur. Ces normes sont définies au niveau européen dans des directives, puis sont déclinées en droit français par des décrets ou des arrêtés.

La valeur limite est un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

La valeur cible est un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

L'objectif de qualité (ou objectif à long terme pour l'ozone) est un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Seuil d'information et de recommandation : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque de dépassement pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions

Seuil d'alerte : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Une procédure interdépartementale d'information et d'alerte du public est instituée en Nord-Pas-de-Calais. Elle organise une série d'actions et de mesures d'urgence afin de réduire les émissions de polluants et à en limiter les effets sur la santé et l'environnement. Cette procédure définit les modalités de déclenchement des actions, basées notamment sur les seuils d'information et l'alerte. Les mesures des campagnes ponctuelles ne sont pas intégrées à cette procédure.

Pour toute comparaison à des valeurs limites annuelles, selon l'annexe I de la directive européenne 2008/50/CE, la période minimale de prise en compte doit être de 14% de l'année (une mesure journalière aléatoire par semaine répartie uniformément sur l'année, ou 8 semaines réparties uniformément sur l'année). Les valeurs limites, les valeurs cibles et les objectifs de qualité sont disponibles en annexe.



Les particules en suspension (PM10)

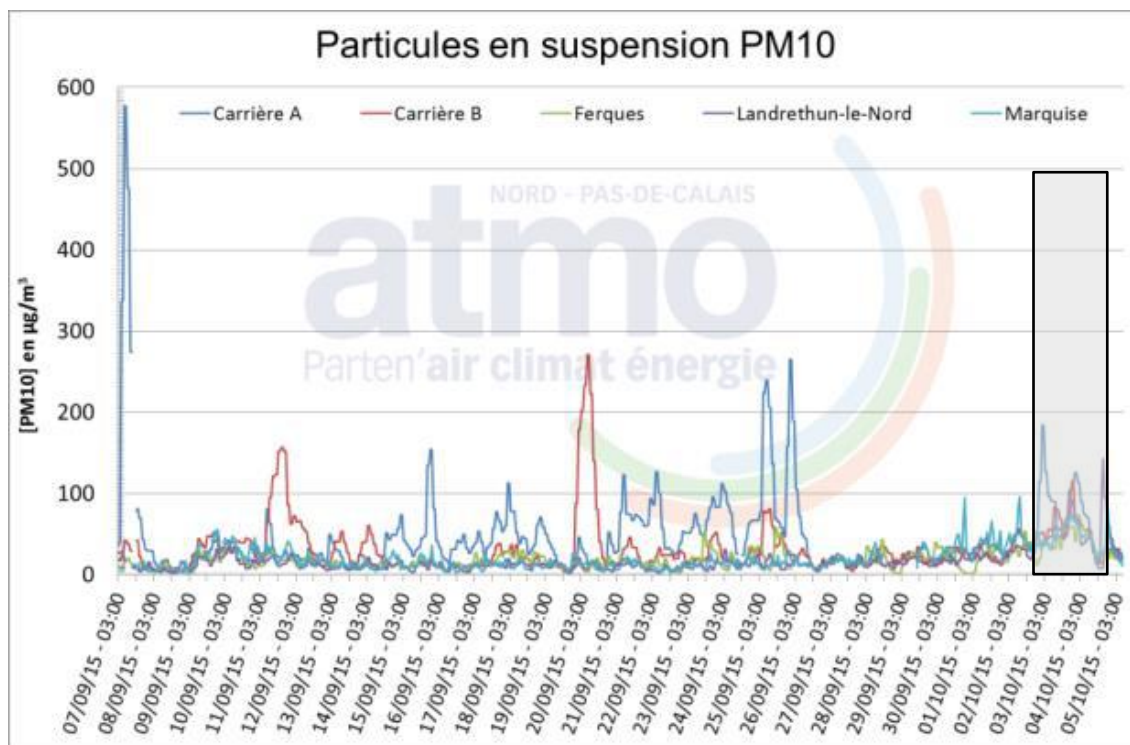
1) Sur l'ensemble des sites de la zone d'étude

Evolution des concentrations moyennes horaires

Les données horaires affichées pour les stations fixes correspondent aux moyennes des quatre quarts horaires précédents. Ainsi, la concentration observée à 12h00 correspond à la concentration moyenne des valeurs observées à 11h15, 11h30, 11h45 et 12h00. La réglementation impose que trois données quarts-horaires doivent être valides pour qu'une concentration horaire soit exploitable.

Les sites de la zone d'étude d'EMCAIR ont tous disposé de jauges radiométriques sauf Marquise en phase 1. Pour les jauges, la valeur enregistrée à 12h correspond à la moyenne de ce qui a été relevé entre 10h et 12h. A Marquise en phase 1, un analyseur de type BAM avait été installé : la valeur enregistrée à 12h correspond à la moyenne de ce qui a été relevé de 11h à 12h.

○ Phase 1

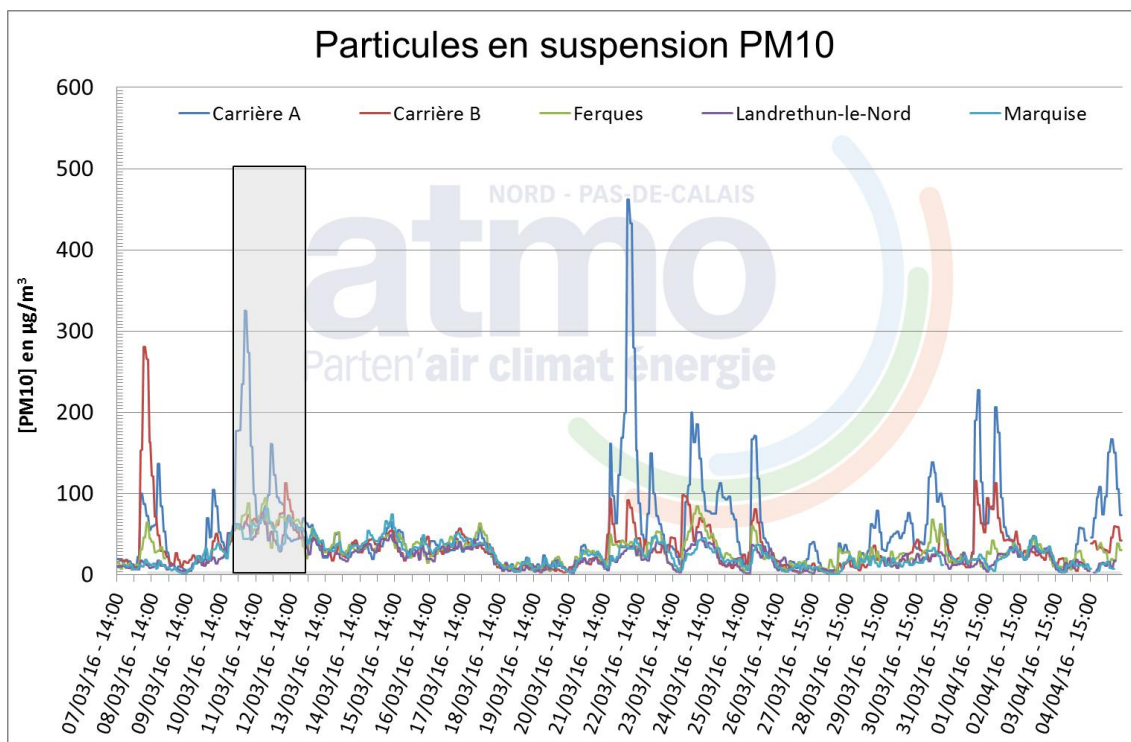


 *Episode de pollution*

Globalement, si l'on compare les concentrations en particules en suspension PM10 observées au niveau des cinq sites de mesures de la zone d'étude, deux sites se distinguent par des niveaux ponctuellement plus élevés : le site de la Carrière B et le site de la Carrière A. Ce constat est conforme à ce que l'on pouvait envisager au vu de l'environnement étudié. Les sites hors carrières ont une évolution similaire dans le même ordre de concentration.



- **Phase 2**



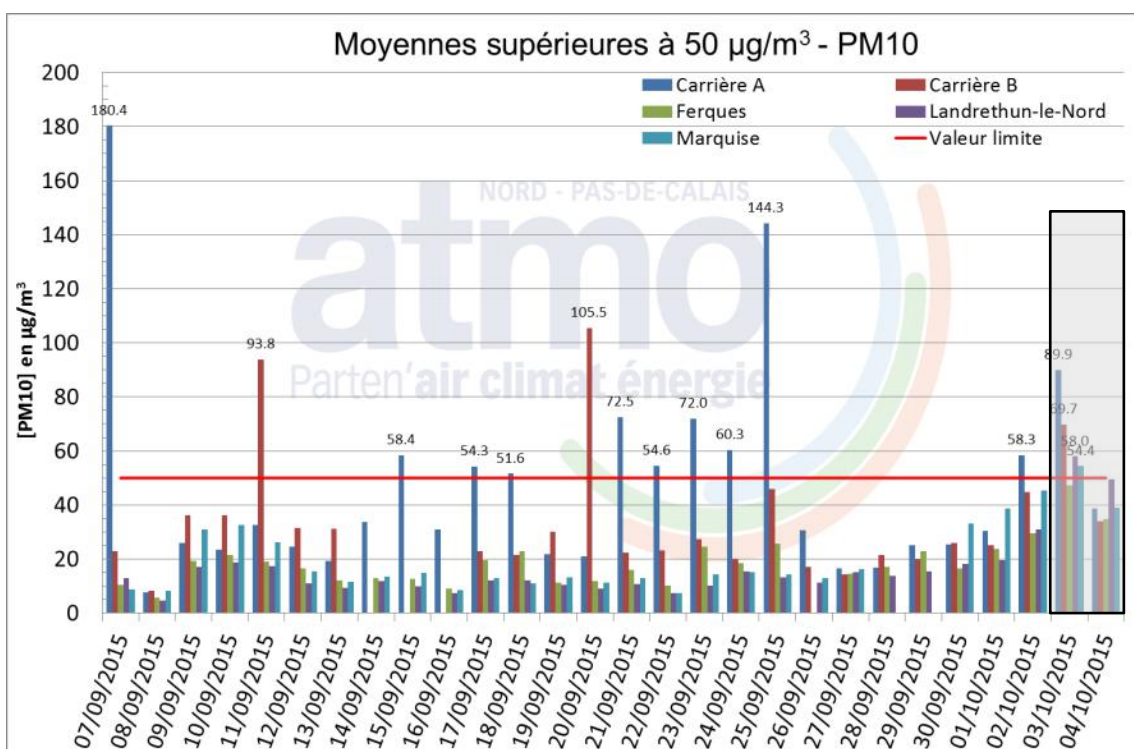
Lors de la 2^{ème} phase de mesures, les sites des Carrières A et B se distinguent de nouveau, alors que les sites hors carrières se comportent de manière identique à la première phase.



 [Evolution des concentrations journalières](#)

Cette partie vise à regarder les concentrations journalières obtenues au regard de la directive 2008/50/CE (Annexe VI), laquelle impose de ne pas dépasser les 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière pour les particules PM10 plus de 35 fois par an. Cette réglementation est définie pour des mesures en air ambiant, c'est-à-dire « l'air extérieur de la troposphère, à l'exclusion des lieux de travail tels que définis par la directive 89/654/CEE, auxquels s'appliquent les dispositions en matière de santé et de sécurité au travail et auxquels le public n'a normalement pas accès ». La directive 89/654/CEE ne s'applique cependant pas aux industries extractives : celles-ci dépendent d'une réglementation spécifique définie par l'arrêté du 22 septembre 1994, récemment modifié par un arrêté en date du 30 septembre 2016.

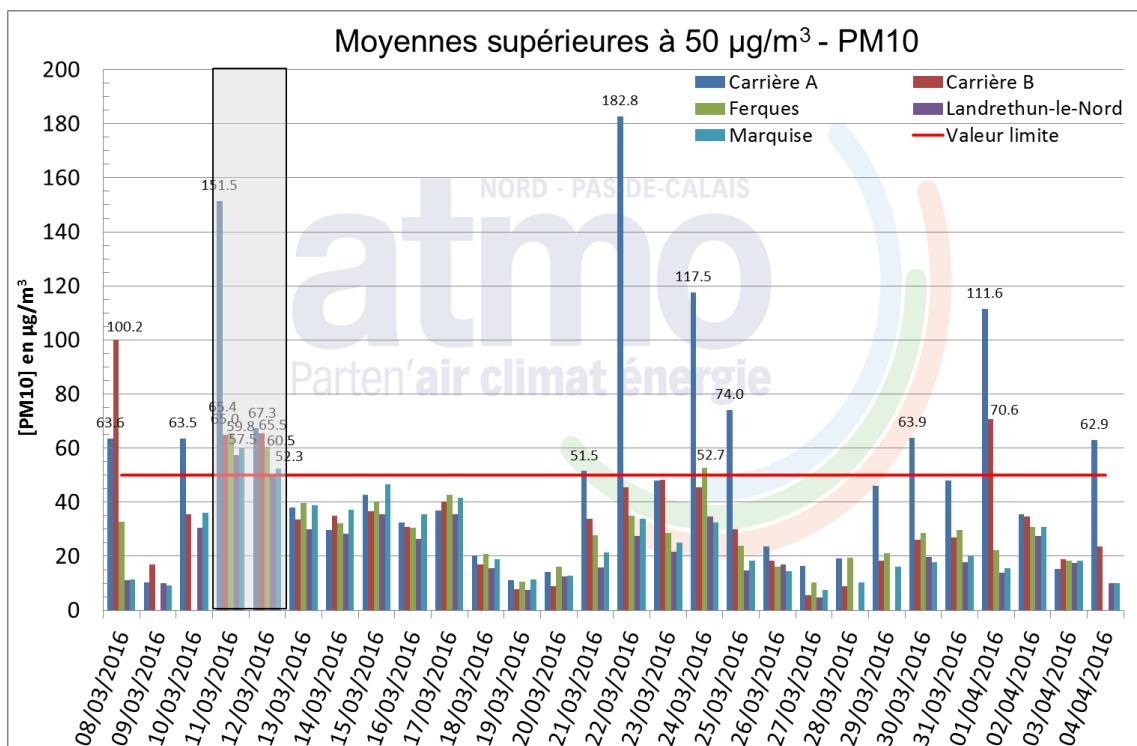
○ [Phase 1](#)



Concernant les particules en suspension PM10, en moyenne journalière, la réglementation impose de ne pas dépasser 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ plus de 35 fois par an (valeur limite représentée par la ligne rouge sur le graphe). Au regard des valeurs journalières obtenues sur les différents sites de mesures, les dépassements ont principalement eu lieu au niveau des sites implantés dans les carrières, de façon aléatoire mais jamais en simultanée sur les deux carrières.



○ **Phase 2**



Au regard des valeurs journalières obtenues sur les différents sites de mesures lors de la 2^{ème} phase de mesures, les dépassements, hors épisode de pollution, ont, là encore, eu lieu au niveau des sites implantés dans les carrières, et en particulier au niveau de la Carrière A.

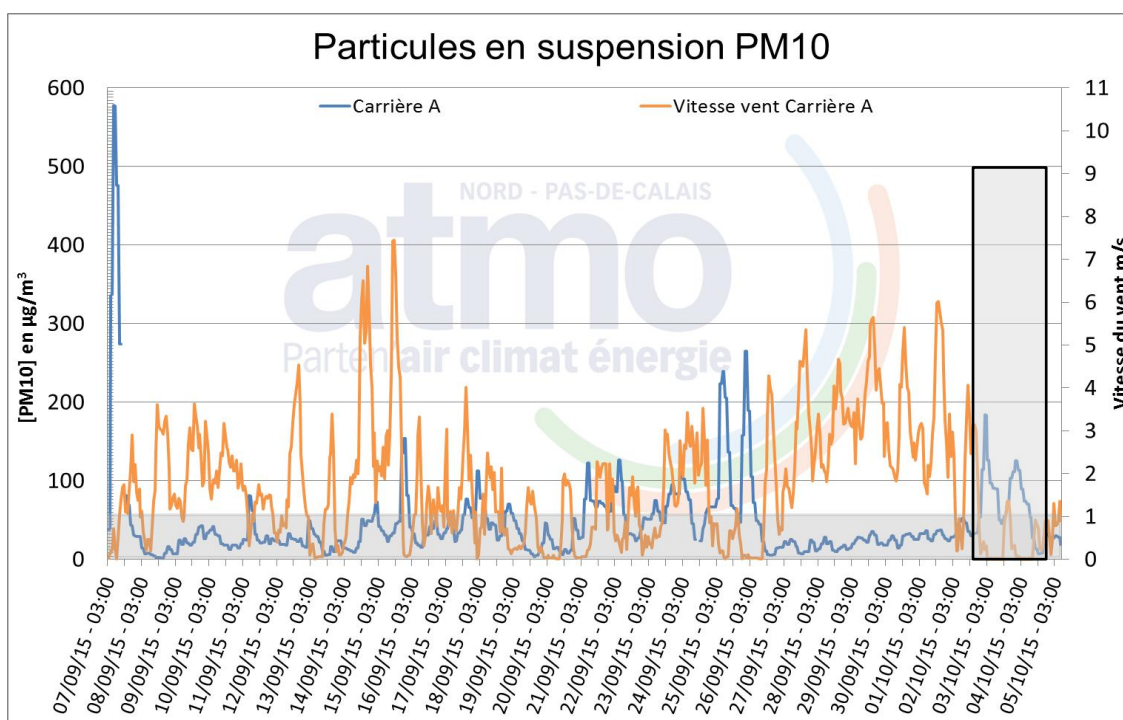
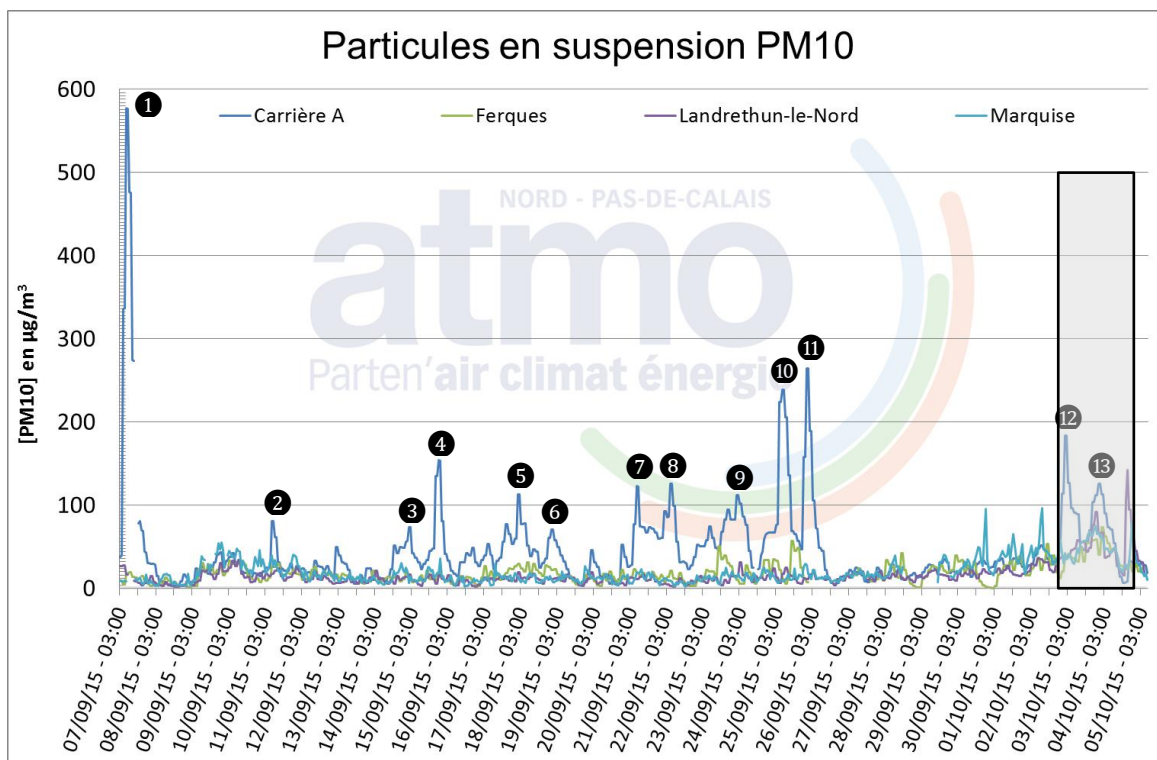


2) Au sein des deux carrières

Carrière A

Evolution des concentrations moyennes horaires

Phase 1

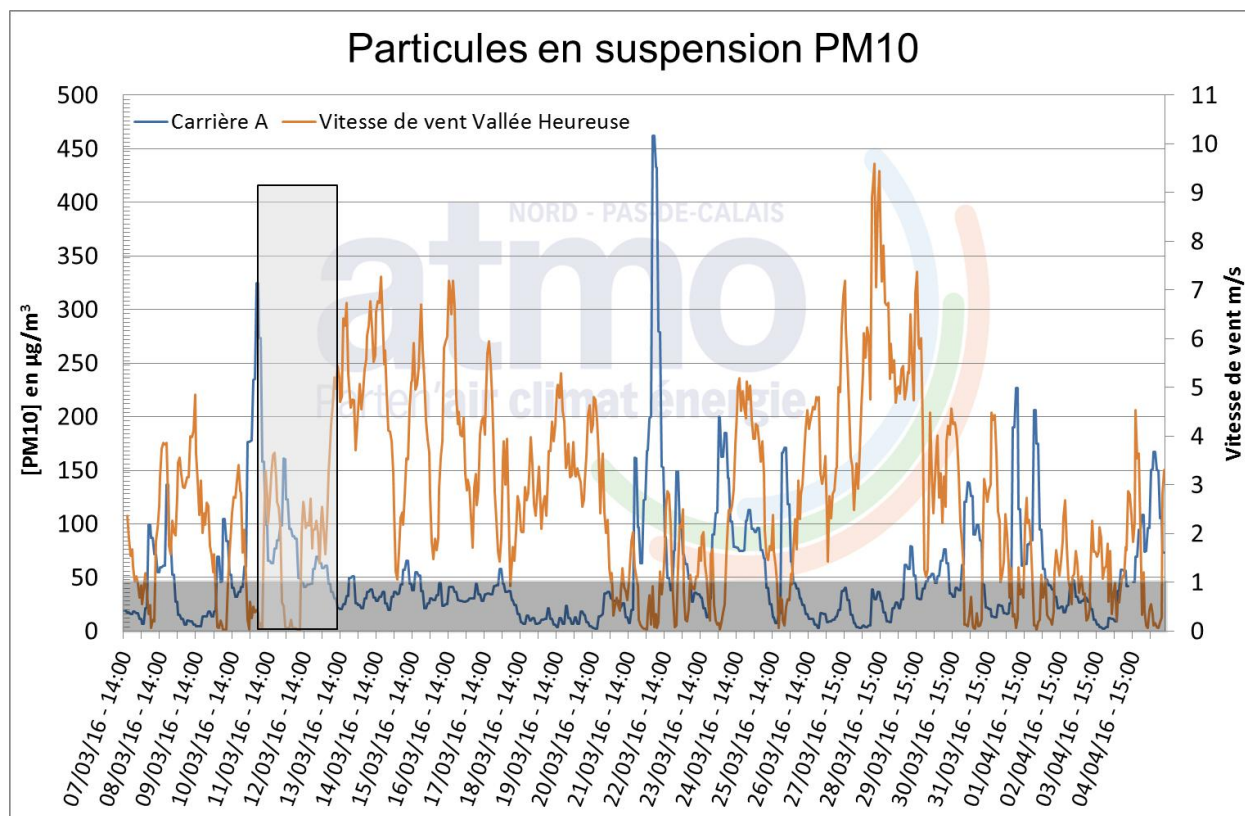
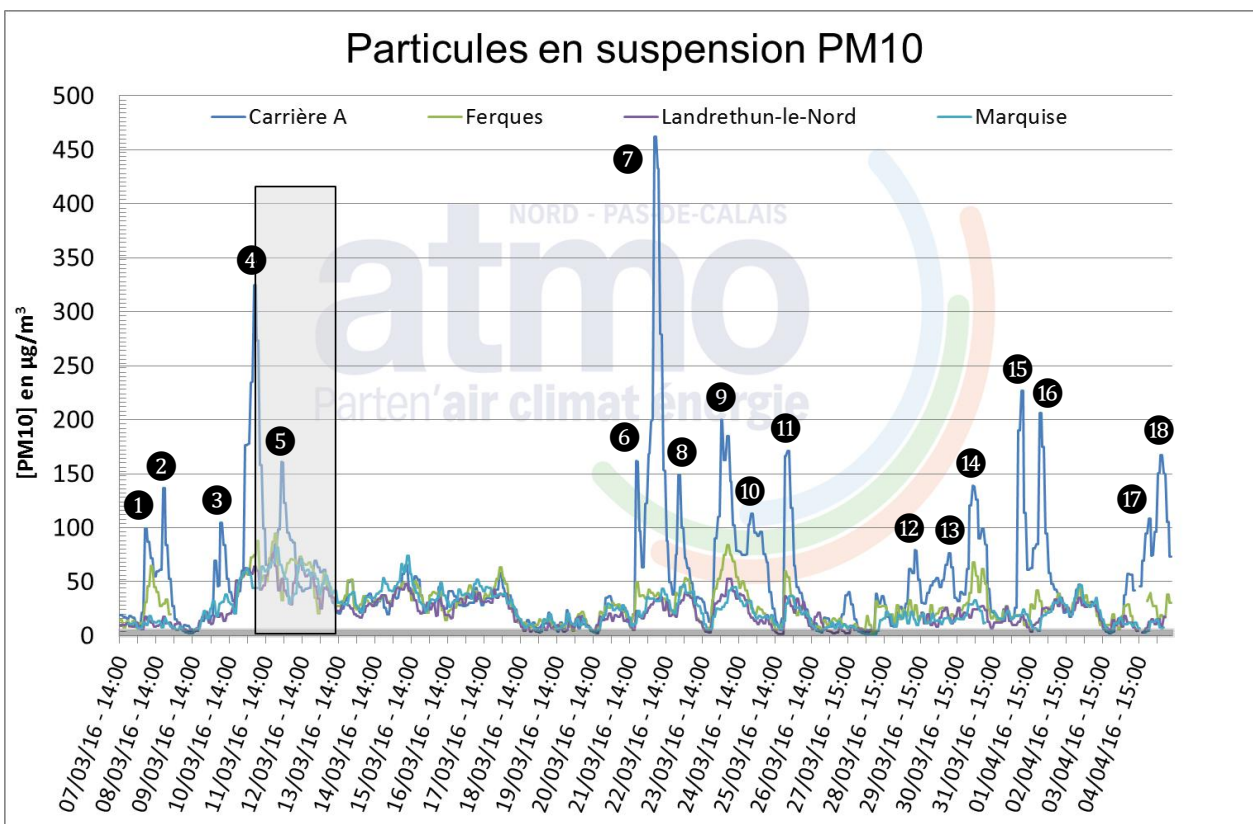




Carrière A – Phase 1			
Pic	Date et heure, démarrage du pic	Evolution concentration PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Observation
①	Lundi 7 septembre – 5h00	39,4 → 336 Max à 577,4 à 7h00	Pas de vent
②	11 septembre – 7h00	24,6 → 81	Pas de vent
③	15 septembre – 1h00	73,6	Vent de sud-sud-est, rares averses
④	15 septembre – 19h00	48,2 → 135,1 Max à 153,9 à 21h00	Pas de vent, rares averses
⑤	18 septembre – 1h00	60 → 112,9	Pas de vent
⑥	18 septembre – 21h00	36,2 → 61 Max à 70,7 à 23h00	Pas de vent
⑦	21 septembre – 5h00	28,3 → 71,1 Max à 122,7 à 7h00	Pas de vent, bruine
⑧	22 septembre – 5h00	126,3	Pas de vent
⑨	24 septembre – 1h00	111,7	Vent de sud-ouest, bruine
⑩	25 septembre – 5h00	77,4 → 223,8 Max à 238,9 à 7h00	Pas de vent
⑪	25 septembre – 21h00	47,2 → 157,8 Max à 264,9 à 23h00	Pas de vent
⑫	2 octobre – 21h00	33,5 → 54 Max à 183,8 le 03/10 à 1h00	Pas de vent
⑬	3 octobre – 23h00	125,8	Pas de vent



○ Phase 2



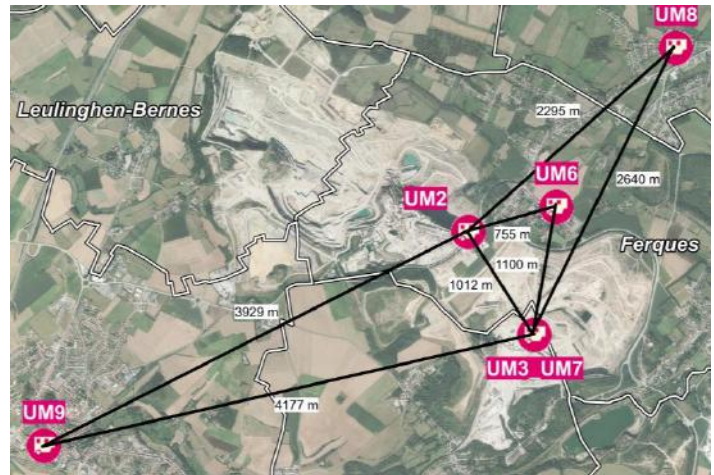


Carrière A – Phase 2			
Pic	Date et heure, démarrage du pic	Evolution concentration PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Observation / Evènement
1	08/03/2016 à 6h00	21.9 → 99.6	Pas de vent
2	08/03/2016 à 18h00	61.2 → 136.5	Vent de sud-ouest
3	10/03/2016 à 04h00	18.8 → 69.5 Max à 104.5 à 8h et 9h	Pas de vent
4	10/03/2016 à 22h00	40.9 → 60.0 Max à 324,9 le 11/03 à 6h00	Pas de vent
5	12/03/2016 à minuit	98.3 → 160.8	Pas de vent
6	21/03/2016 à 18h00	19.8 → 161.6	Vent d'ouest-sud-ouest
7	22/03/2016 à 6h00	200.1 → 462.3	Pas de vent
8	22/03/2016 à 20h00	38.0 → 75.1 Max à 149.2 à 22h	Pas de vent
9	23/03/2016 à 22h00	30.2 → 89.9 Max à 199.8 le 24/03 à 2h00	Pas de vent
10	24/03/2016 à 19h00	75.2 → 103.0 Max à 112.6 à 22h00	Vent de sud-ouest
11	25/03/2016 à 20h00	16.2 → 166.5 Max à 170.9 à 22h00	Pas de vent
12	29/03/2016 à 7h00	29.7 → 62.1 Max à 79.0 à 11h00	Vent de sud-ouest
13	30/03/2016 à 9h00	76.2	Vent de sud-ouest
14	30/03/2016 à 21h00	37.9 → 61.6 Max à 138.6 le 31/03 à 1h00	Pas de vent
15	01/04/2016 à 7h00	26.0 → 227.1	Pas de vent
16	01/04/2016 à 21h00	206.2	Pas de vent
17	04/04/2016 à 17h00	45.9 → 69.4 Max à 108.2 à 21h	Vent de sud-ouest
18	05/04/2016 à 3h00	96.1 → 150.7 Max à 167.2 à 5h00	Pas de vent



L'analyse des pics de concentrations en PM10 relevé au niveau de la Carrière A, que ce soit lors de la phase 1 ou lors de la phase 2, dégage deux tendances :

- la majeure partie des pics de pollution ont été relevés par vent négligeable, ou par vent de sud-ouest. Par ailleurs, les graphes reprenant les concentrations en PM10 en fonction de la vitesse du vent montrent une anti-corrélation presque parfaite tout au long de chacune des deux phases de mesures : lorsque la vitesse du vent s'élève, les concentrations diminuent et à l'inverse, lorsque la vitesse du vent est au plus faible, des pics de concentrations en particules sont alors observés,
- la majeure partie des pics de pollution ne s'observe qu'au niveau de la Carrière A, sans que les sites de mesures périurbains ne soient influencés (stabilité des niveaux mesurés). Il existe cependant, ponctuellement, des hausses de concentrations simultanées au niveau du site de Ferques et de la Carrière A, en l'absence de vent (Ferques est le site de mesures périurbain le plus proche des carrières, situé à environ 1100 mètres de la carrière A et 750 mètres de la Carrière B)



Ce qui signifie que pour la plupart des pics de pollution aux particules PM10 observés sur ces deux sites, l'influence est d'origine locale. Les poussières sont propres à l'activité de la carrière et on peut supposer qu'elles ne se dispersent pas au-delà d'un rayon de deux kilomètres aux alentours (cf. carte implantation des sites ci-contre, pas de hausse visible à Landrethun-le-Nord).

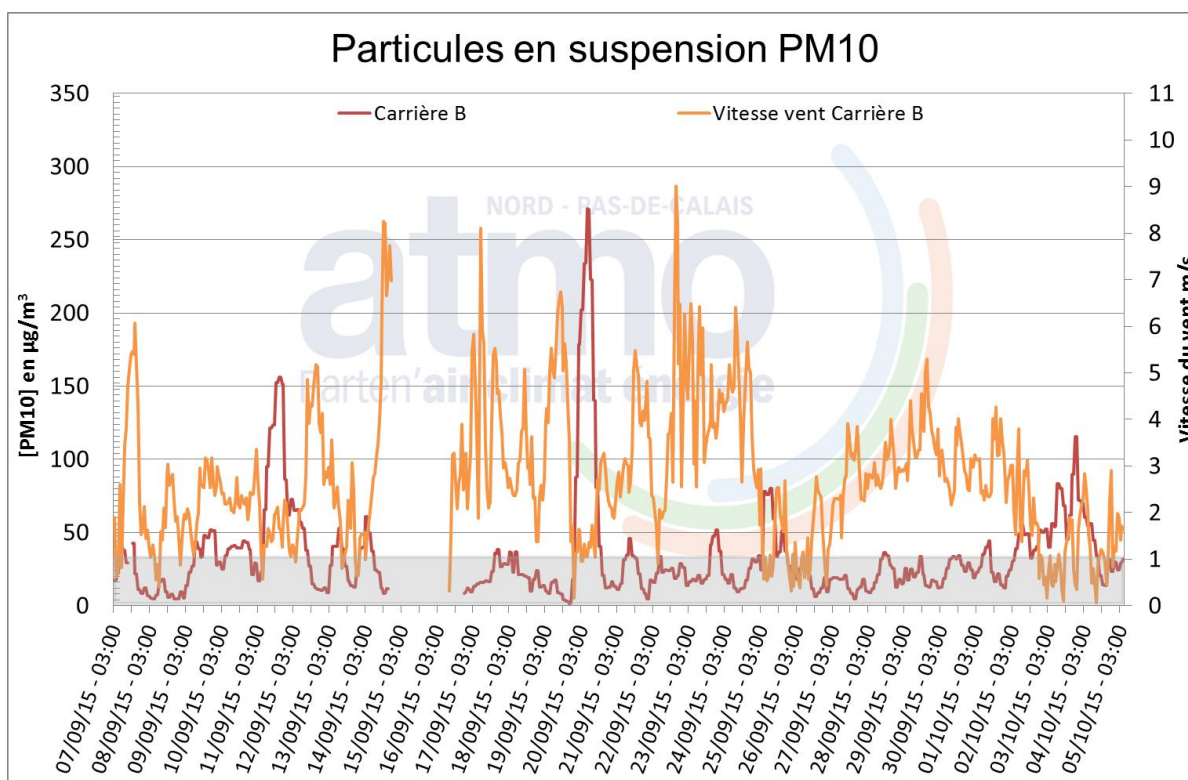
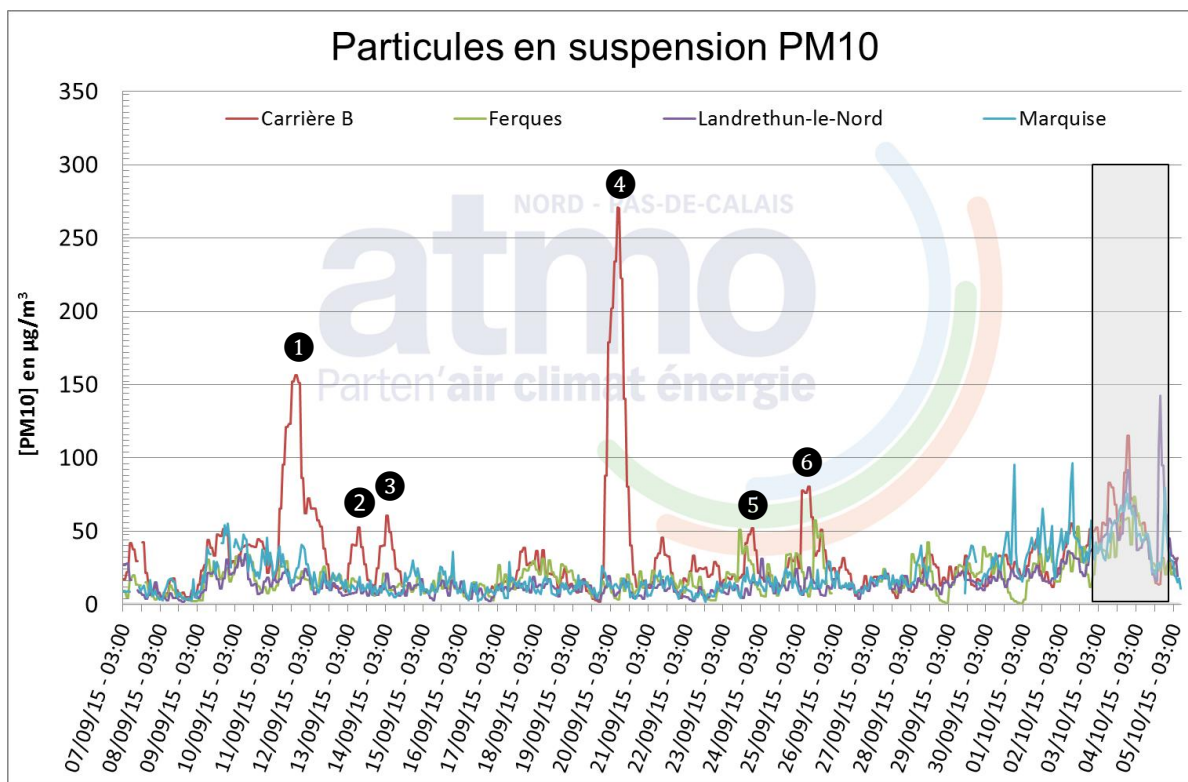
En ce qui concerne l'activité de la Carrière A, il n'y a pas eu de défaillance particulière ou d'organisation de production inhabituelle lors des phases de mesures, si ce n'est le 4 avril 2016, où un impact possible du concasseur primaire a pu se ressentir sur la qualité de l'air en lien avec un abattage de poussière défailant ce jour-là.



Carrière B

Evolution des concentrations moyennes horaires

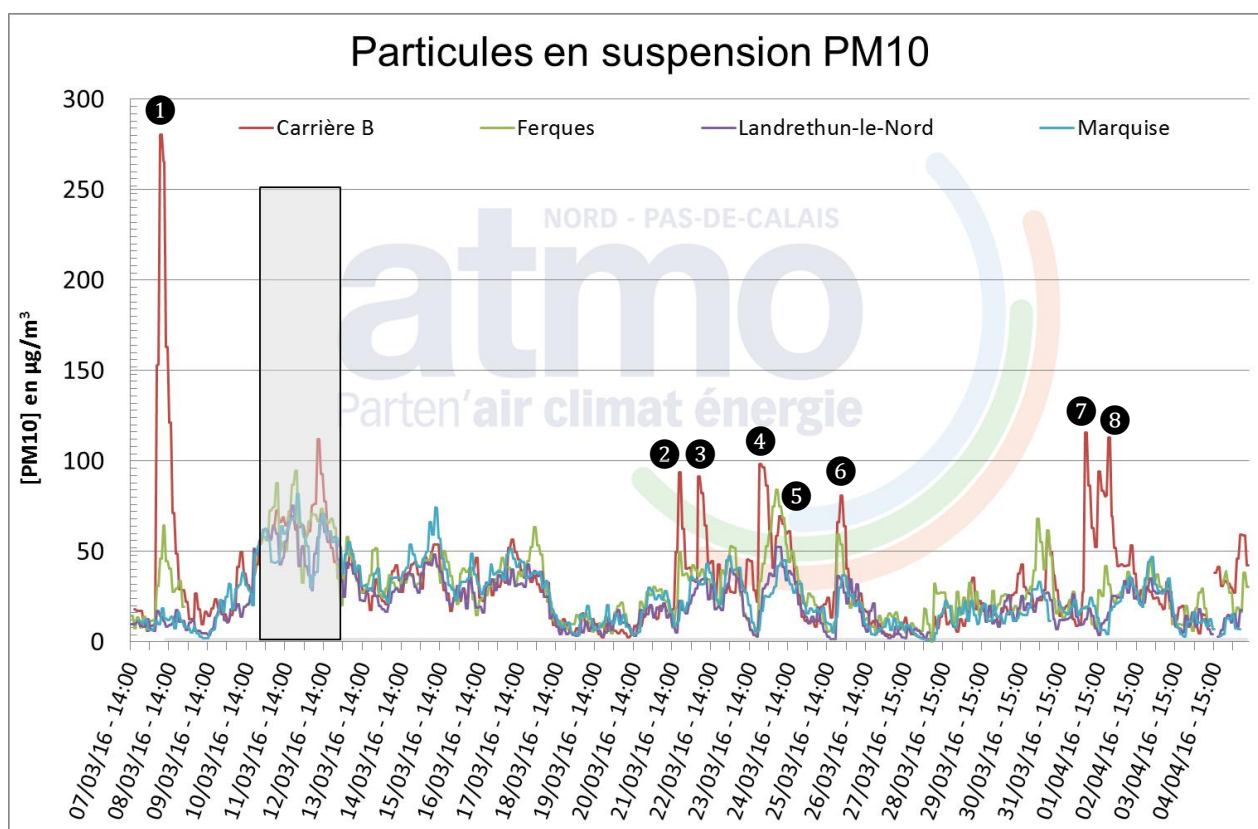
Phase 1

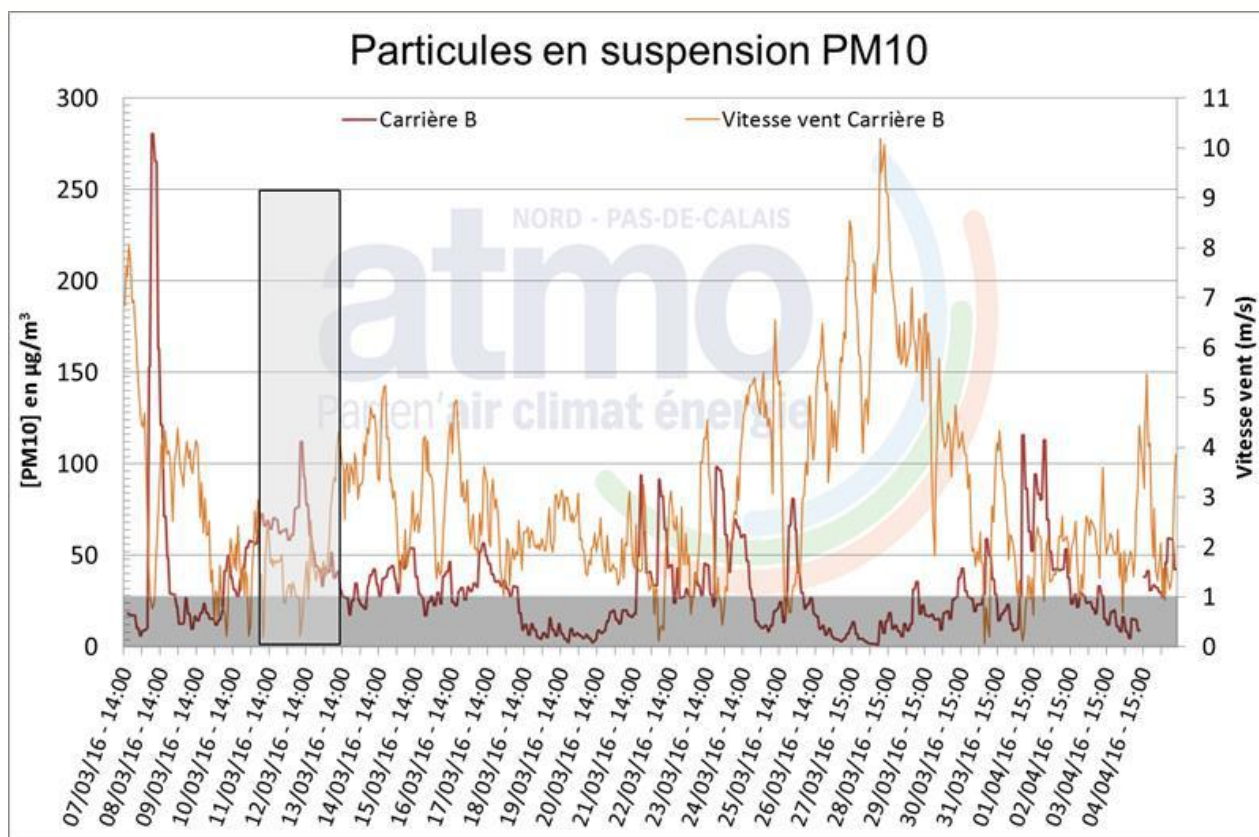




Carrière B – Phase 1			
Pic	Date et heure, démarrage du pic	Evolution concentration PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Observation
①	11 septembre – 7h00	23,4 → 65,5 Max à 156,4 à 17h00	Vent d'est-sud-est
②	13 septembre – 5h00	27,8 → 40,7 Max à 52,7 à 9h00	Vent de sud-est
③	13 septembre – 23h00	24,8 → 39,6 Max à 60,8 le 14/09 à 3h00	Vent d'est-sud-est à sud-sud-est
④	19 septembre – 23h00	18,5 → 87,7 Max à 271 le 20/09 à 7h00	Vent très faible, de sud-est
⑤	23 septembre – 17h00	20,7 → 41,8 Max à 52 à 21h00	Vent d'ouest
⑥	25 septembre – 5h00	25 → 77,8 Max à 80,3 à 9h00	Pas de vent

○ Phase 2





En dessous d'1 m/s, la vitesse du vent est considérée négligeable

Carrière B – Phase 2			
Pic	Date et heure, démarrage du pic	Evolution concentration PM10 (µg/m³)	Observation
①	08/03/2016 à 6h00	10,3 → 152,9 à 6h Max à 280,3 µg/m³ à 8h et 9h	Vent d'ouest, sud-ouest à nord-nord-ouest
②	21/03/2016 à 16h00	18,1 → 49,7 à 16h Max à 93,8 à 18h	Vent de nord-ouest
③	22/03/2016 à 6h00	33,7 → 91,6 à 6h (= Max)	Pas de vent
④	23/03/2016 à 20h00	22,5 → 98,1 à 20h (= Max)	Pas de vent
⑤	24/03/2016 à 6h00	41,1 → 58,6 à 6h Max à 69,6 à 8h et 9h	Pas de vent
⑥	25/03/2016 à 20h00	27,7 → 66,3 à 20h Max à 80,9 à 22h et 23h	Pas de vent
⑦	01/04/2016 à 7h00	27,9 → 115,8 à 7h (= Max)	Pas de vent
⑧	01/04/2016 à 21h00	80,7 → 113,1 à 21h (= Max)	Pas de vent



Sur l'ensemble des deux phases de mesures, les pics de concentrations en particules PM10 recensés au niveau de la Carrière B ont été observés soit en l'absence de vent, soit par vent faible, généralement de sud-est, de sud-ouest ou d'ouest. Au regard des installations situées à proximité du point de mesures et en fonction de la direction des vents, il est très probable qu'il y ait eu une influence :

- du site de filiarisation, CB2M, par vent de sud-est,
- des stocks placés au sud-ouest,
- des chargements / déchargements des trains ayant lieu à l'ouest,
- des activités de concassage, criblage par vent d'ouest-nord-ouest,
- de la carrière A par vent de sud-est.



De plus, comme pour la Carrière A, les graphes reprenant les concentrations en PM10 en fonction de la vitesse du vent montrent une anti-corrélation presque parfaite tout au long de chacune des deux phases de mesures : lorsque la vitesse du vent s'élève, les concentrations diminuent et à l'inverse, lorsque la vitesse du vent est au plus faible, des pics de concentrations en particules sont alors observés.

Pour les deux carrières, le visionnage des Webcams infrarouge installées au niveau des carrières a en parallèle apporté des informations intéressantes :

- le visionnage des images liées aux pics de concentration ayant eu lieu en journée n'apporte pas d'informations particulières : les images ne distinguent pas d'éventuelles masses de poussières,
- le visionnage des images liées aux pics de concentrations ayant eu lieu la nuit apporte en revanche une toute autre information : pour les plus fortes concentrations observées, une nuée de poussières est visible, avec, si le vent est à minima significatif, une direction bien définie, et si le vent n'est pas significatif, un tourbillon bien visible.

Ce phénomène est d'autant plus visible au niveau de la Carrière A, laquelle enregistre les concentrations les plus élevées. Ce qui concorde avec l'implantation du site de mesure et son environnement proche : dans la mesure où l'unité mobile est implantée en plein cœur de la carrière, à un endroit plus encaissé que les autres sites de mesures, les poussières se dispersent moins et s'accroissent aux environs de la station mobile.

De ce fait, il est très probable que les très fortes concentrations observées en carrière soit simplement liées à du ré-envoi de poussières ayant lieu à proximité du point de mesures.

Ré-envoi de poussières
au sein des carrières

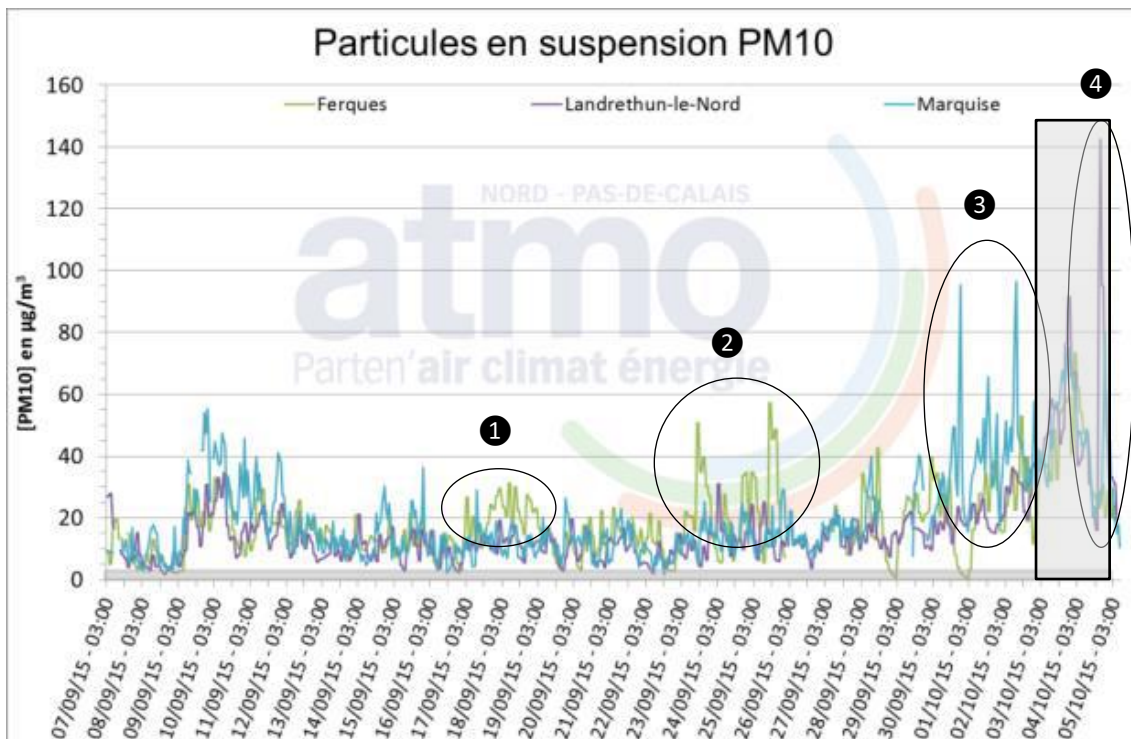


3) En dehors des carrières

Au niveau des sites urbains du bassin de Marquise

o Phase 1

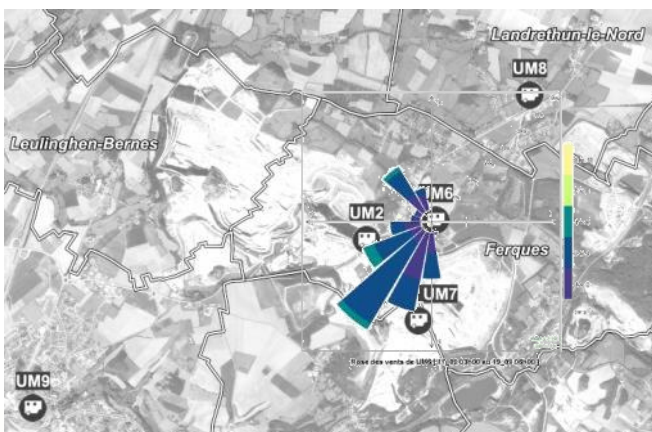
Si l'on regarde à présent de plus près les trois sites périurbains, il a apparait que, globalement, les concentrations en particules PM10 observées au niveau des sites de mesures situés « hors carrières » ont évolué de façon similaire. Néanmoins, quelques pointes horaires se distinguent en fonction des sites de mesures.



La bande grisée correspond à la limite de détection des appareils de mesures

A Ferques, quelques pointes s'observent en milieu de phase (pics 1 et 2). En fin de phase, les concentrations se sont davantage élevées à Marquise (pic 3), et Landrethun-le-Nord (pic 4).

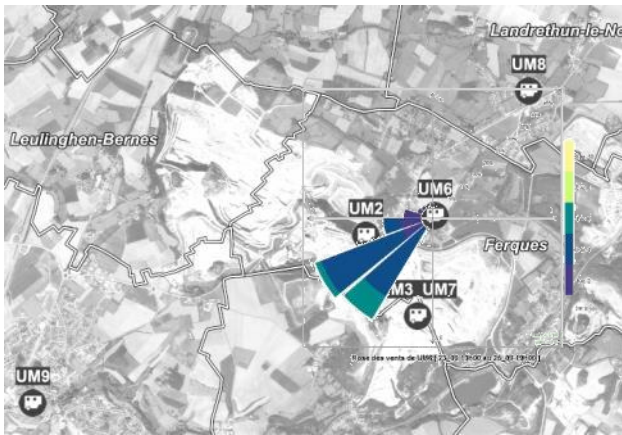
① Du 17/09 03h00 au 19/09 06h00, Ferques
Météo : Ferques



La rose des vents indique des vents dominants de secteur sud-ouest, donc passant par les carrières. A cette même période, les concentrations en poussières PM10 se sont élevées au niveau des carrières, et davantage au niveau de la Carrière A. Par ailleurs, les hausses de concentrations visibles à Ferques, ne sont pas visibles à Landrethun-le-Nord (les concentrations de ce site sont même très similaires à celles de Marquise). **Conclusion** : il y a une influence potentielle des carrières, et en particulier de la Carrière A, sur les concentrations (toutefois modérées) de particules PM10 observées à Ferques. Cette influence ne s'étend pas jusque Landrethun-le-Nord.



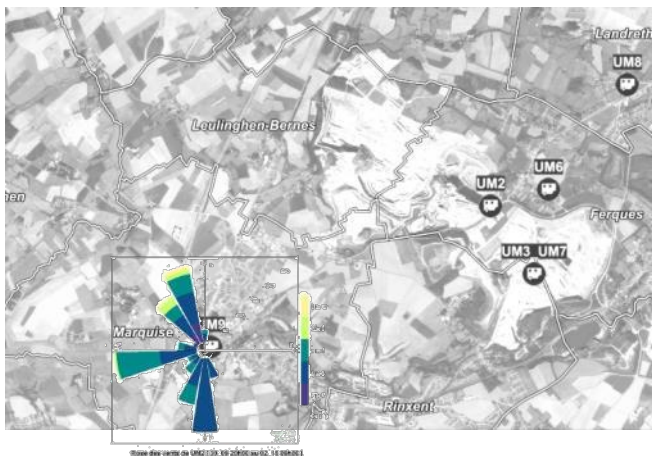
2 Du 23/09 13h00 au 25/09 19h00, Ferques
Météo : Ferques



La rose des vents indique là encore des vents dominants de secteur sud-ouest.
A cette même période, les concentrations en poussières PM10 se sont élevées au niveau des deux carrières.
Par ailleurs, comme pour le pic n°1, les hausses de concentrations visibles à Ferques, ne sont pas visibles à Landrethun-le-Nord.
Conclusion : il y a une influence potentielle des carrières sur les concentrations, un peu plus élevées, de particules PM10 observées à Ferques.

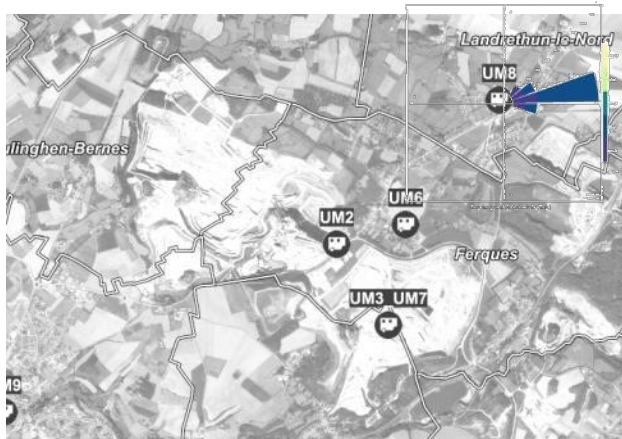
Influence potentielle de l'activité des carrières sur les concentrations en particules PM10 observées à Ferques.

3 Du 30/09 20h00 au 02/10 09h00, Marquise
Météo : Carrières du Boulonnais



La rose des vents indique des vents dominants de secteurs nord-ouest au secteur sud, ne provenant donc pas des carrières.
Conclusion : d'autres sources, locales dont le trafic routier et le chauffage résidentiel, peuvent être à l'origine des hausses de particules en suspension PM10 observées à Marquise.

4 Le 04/10 de 15h00 à 20h00, Landrethun-le-Nord
Météo : Carrières du Boulonnais

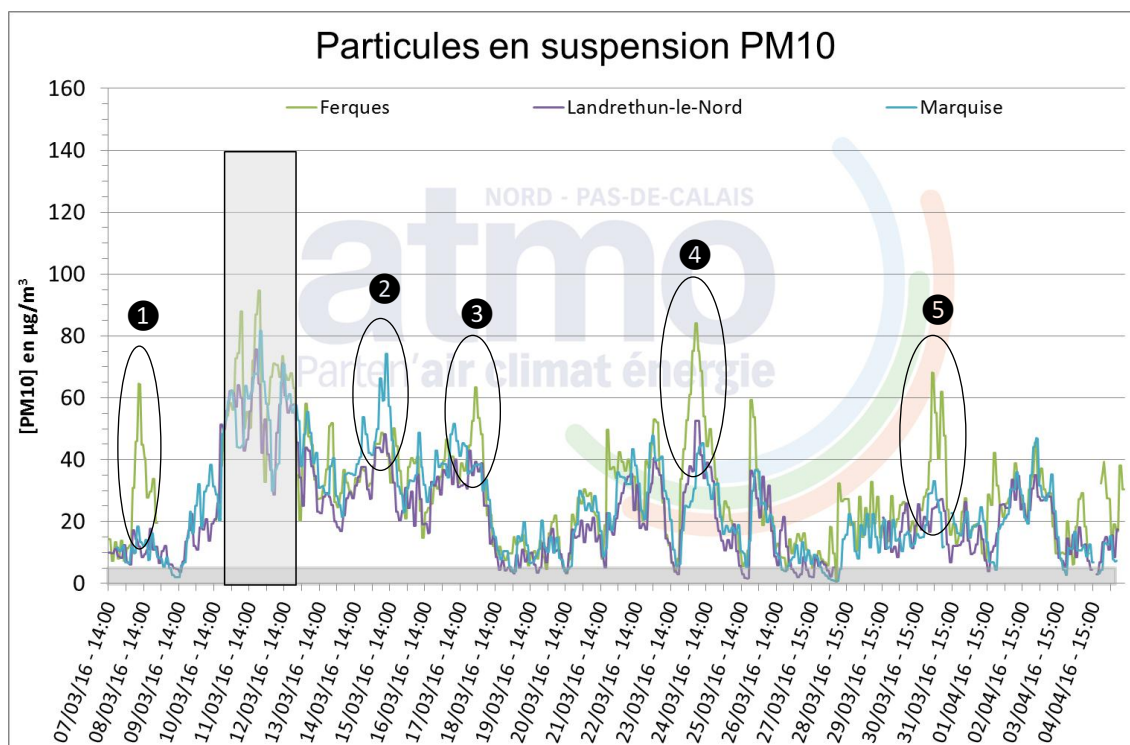


La rose des vents indique des vents dominants de secteur est, ne provenant donc pas des carrières.
Conclusion : d'autres sources, locales (pouvant être des sources agricoles d'après l'occupation des sols présentée plus haut), peuvent être à l'origine des hausses de particules en suspension PM10 observées à Landrethun-le-Nord.



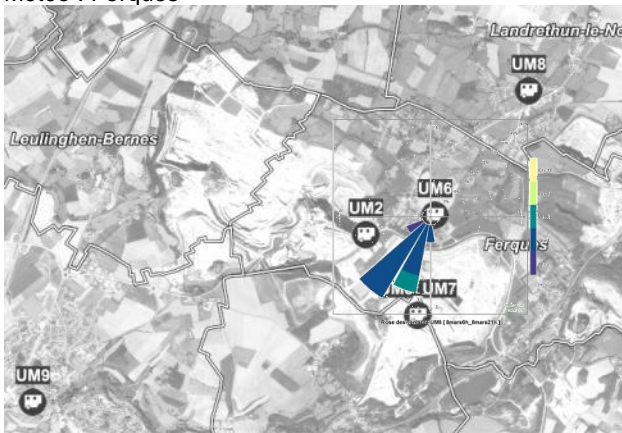
- Phase 2

Lors de la seconde phase de mesures, il a apparait également que, globalement, les concentrations en particules PM10 observées au niveau des sites de mesures situés « hors carrières » ont évolué de façon similaire. Néanmoins, quelques pointes décrochent, principalement à Ferques (pics 1, 3, 4 et 5).





① Du 08/03 06h00 au 08/03 21h00, Ferques
Météo : Ferques

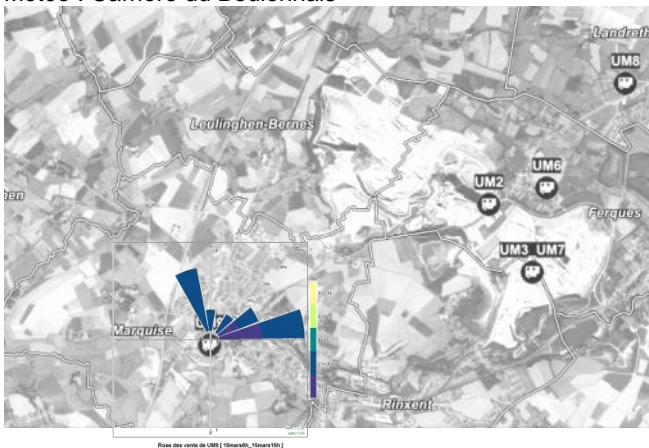


La rose des vents indique des vents dominants de secteur sud-ouest, donc passant par les carrières. A cette même période, les concentrations en poussières PM10 se sont élevées au niveau des deux carrières, et davantage au niveau de la Carrière B.

Par ailleurs, les hausses de concentrations visibles à Ferques, ne sont pas visibles à Landrethun-le-Nord (les concentrations de ce site sont du même ordre de grandeur que celles de Marquise).

Conclusion : il y a une influence potentielle des carrières, et en particulier de la Carrière A, sur les concentrations (toutefois modérées) de particules PM10 observées à Ferques.

② Du 15/03 06h00 au 15/03 16h00, Marquise
Météo : Carrière du Boulonnais



La rose des vents indique des vents dominants de secteurs nord-est et de secteur est-nord-est, pouvant potentiellement provenir des carrières. Néanmoins, les vents n'ayant pas été forts à cette période (< 4 m/s), il est très probable que la source de pollution soit davantage d'origine urbaine qu'industrielle.

Conclusion : d'autres sources, locales, peuvent être à l'origine des hausses de particules en suspension PM10 observées à Marquise.

③ Du 17/03 22h00 au 18/03 05h00, Ferques
Météo : Ferques

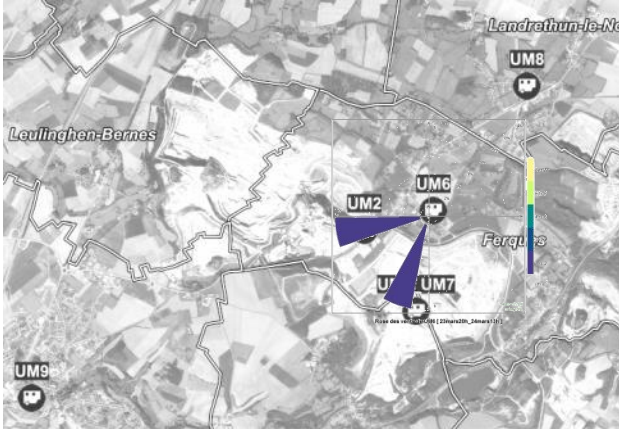


La rose des vents indique des vents de secteur nord-nord-est, éliminant ainsi toute origine industrielle (carrière).

Conclusion : il existe une influence autre que celle issue des carrières sur les concentrations de particules PM10 observées à Ferques, et, au regard de l'environnement de la station de mesures, cette influence est probablement d'origine agricole.



4 Du 23/03 20h00 au 24/03 13h00, Ferques
Météo : Ferques



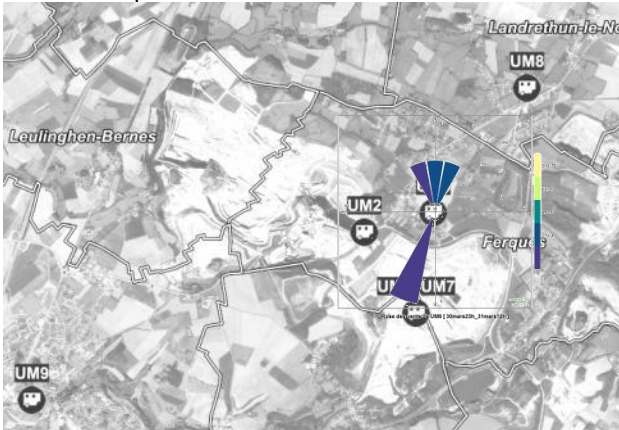
La rose des vents indique des vents dominants de secteurs ouest et sud-sud-ouest, donc plaçant le site de Ferques sous le vent des carrières.

A cette même période, les concentrations en poussières PM10 augmentent au niveau des deux carrières, et davantage au niveau de la Carrière A.

Par ailleurs, les hausses de concentrations visibles à Ferques, sont également visibles à Landrethun-le-Nord et à Marquise, mais dans une moindre mesure.

Conclusion : les élévations de concentrations en particules PM10 observées à Ferques peuvent être la conséquence d'un phénomène observé à échelle régionale. Néanmoins, lorsque les amplitudes de concentrations s'élèvent davantage que sur les autres sites de mesures, une pollution locale (ici provenant des carrières) s'ajoute alors à la pollution de fond déjà existante.

5 Du 30/03 23h00 au 31/03 12h00, Ferques
Météo : Ferques



La rose des vents indique des vents dominants de secteurs nord et sud-sud-ouest. Les deux origines, agricole et industrielle (carrières) sont alors probables.

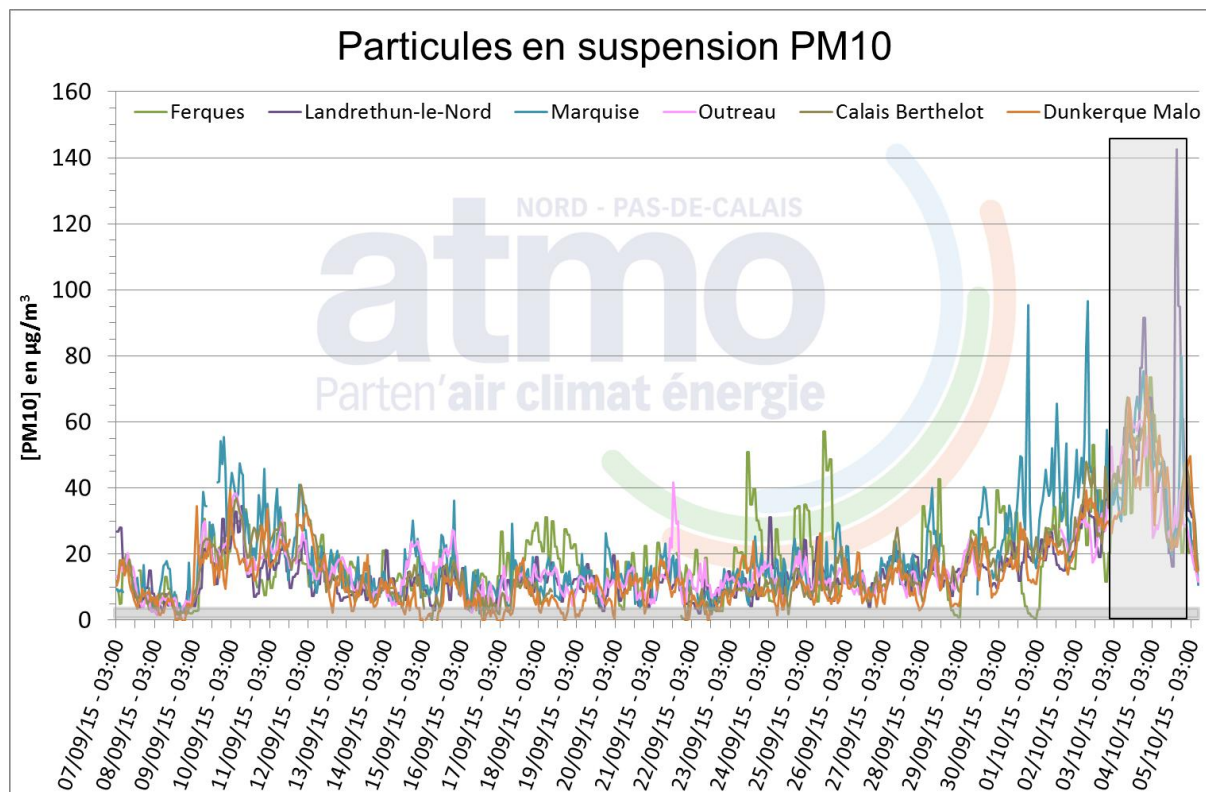
Les hausses de concentrations visibles à Ferques, ne sont pas visibles à Landrethun-le-Nord ni à Marquise. En revanche, les concentrations se sont élevées au niveau de la Carrière A.

Conclusion : dans ce cas de figure, il est très probable que les niveaux observés à Ferques soient liés à l'activité de la Carrière A.



Entre les sites urbains du bassin de Marquise et les sites de référence de la région

○ Phase 1



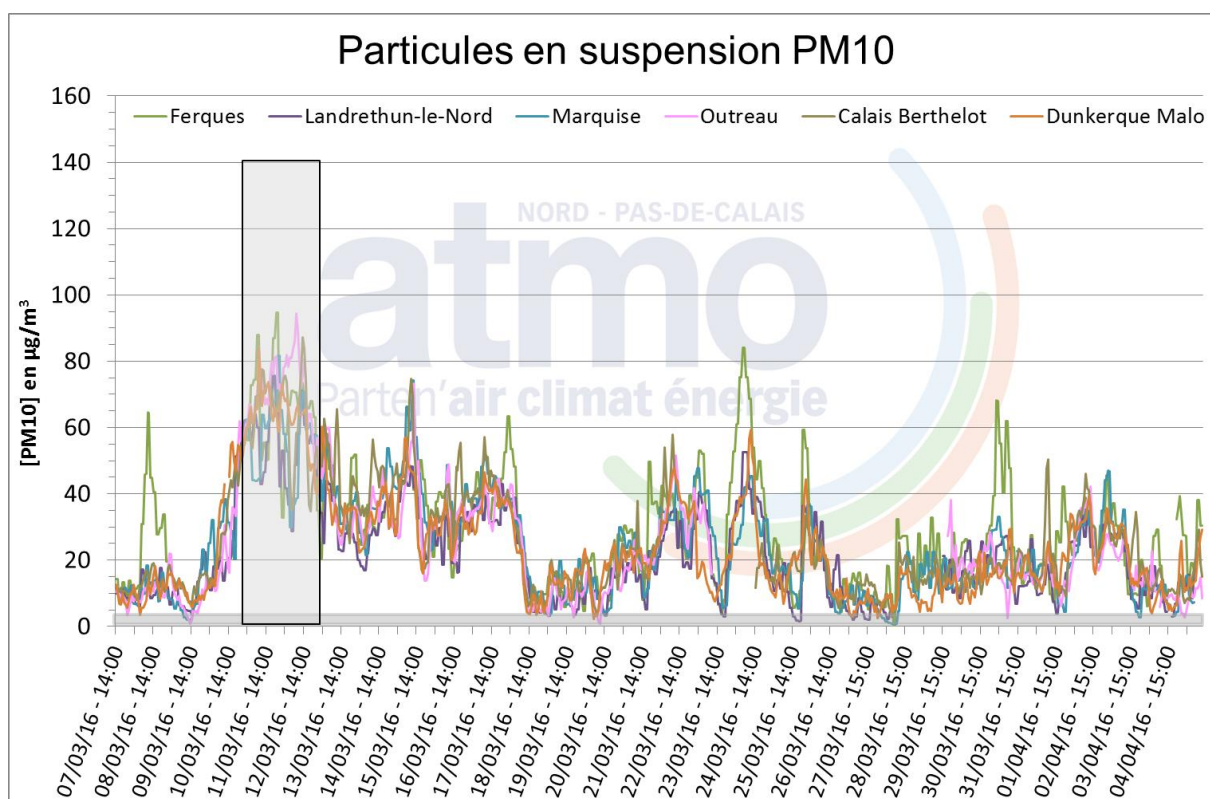
Comparativement aux stations fixes de Calais Berthelot, Dunkerque Malo et Outreau, les stations mobiles enregistrent globalement des concentrations similaires, sauf en fin de période, où l'on retrouve les hausses ponctuelles déjà identifiées plus haut.

La station de Landrethun-le-Nord, suivant le mieux les courbes de concentrations des autres stations du littoral, semble ainsi être la station la plus représentative des niveaux de fond pouvant être observés dans le secteur concernant les particules en suspension PM10.

La bande grisée horizontale correspond à la limite de détection des appareils de mesures



○ Phase 2



Comme pour la 1^{ère} phase de mesures, comparativement aux stations fixes de Calais Berthelot, Dunkerque Malo et Outreau, les stations mobiles enregistrent globalement des concentrations similaires, sauf ponctuellement à Ferques, où l'on retrouve des hausses plus accentuées que sur les autres sites de mesures.

Cette 2^{ème} phase confirme le fait que la station de Landrethun-le-Nord, suivant le mieux les courbes de concentrations des autres stations du littoral sans jamais s'en écarter, soit la station la plus représentative des niveaux de fond pouvant être observés dans le secteur concernant les particules en suspension PM10.



4) Bilan – Particules en suspension PM10

Site de mesures	Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Valeur journalière maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Nombre de jours où la moyenne journalière a été supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Phase 1	Phase 2	Phase 1	Phase 2	Phase 1	Phase 2
Carrière A	Tendance « proximité industrielle »	46,6	53,9	180,4 le 07/09	182,8 le 22/03	11	11
Carrière B	Tendance « proximité industrielle »	33,7	33,8	105,5 le 20/09	100,2 le 08/03	3	4
Ferques	Tendance périurbaine	18,8	29,8	47,4 le 03/10	65,4 le 11/03	0	3
Landrethun-le-Nord	Tendance périurbaine	16,2	22,2	58,0 le 03/10	57,5 le 11/03	1	1
Marquise	Tendance périurbaine	20,3	24,9	54,4 le 03/10	59,8 le 11/03	1	2
Outreau	Périurbaine	16,2	26,4	53,6 le 03/10	71,5 le 11/03	1	2
Calais-Berthelot	Urbaine	17,0	25,8	54,1 le 03/10	68,0 le 11/03	1	2
Dunkerque-Malo	Urbaine	14,2	23,9	47,2 le 03/10	67,3 le 11/03	0	2

Avis et interprétation :

Au regard de la **valeur réglementaire** selon laquelle les concentrations en particules PM10 ne doivent pas dépasser $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par jour plus de 35 fois par année civile, les résultats montrent que les sites où **les dépassements** ont été les plus **nombreux** sont les sites des carrières, et en particulier le site de la **Carrière A** avec **22 dépassements** sur l'ensemble de la campagne de mesures. Les moyennes journalières relevées au niveau des carrières sont elles aussi plus élevées qu'ailleurs, ce qui n'est pas surprenant vu l'environnement étudié. L'étude ayant eu lieu sur deux années civiles distinctes, les moyennes ne peuvent être comparées aux valeurs réglementaires. En extrapolant que l'étude ait été faite sur une seule année civile, le site de la Carrière A dépasserait les valeurs réglementaires en moyenne journalière et en moyenne annuelle civile, et le site de la Carrière B dépasserait probablement la valeur réglementaire en moyenne journalière (uniquement) sur une année complète. **Il est toutefois nécessaire de préciser que les sites de mesures en carrières ne sont pas soumis à la même réglementation que les sites de mesures périurbains (réglementation spécifique aux industries extractives)**, la comparaison aux valeurs réglementaires en air ambiant est donc ici faite à titre indicatif uniquement.

Valeurs réglementaires air ambiant	
En moyenne annuelle civile	En moyenne journalière
40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par année civile (valeur limite)

Sur les trois sites « hors carrières » de la zone d'étude, la concentration journalière la plus élevée a été relevée le 3 octobre en phase 1 et le 11 mars en phase 2, en cohérence avec les épisodes de pollution qui ont touché les deux départements lors de ces périodes. Les concentrations moyennes observées à Landrethun-le-Nord, Ferques et Marquise sont du même ordre de grandeur que ce qui peut être observé par ailleurs en région. A Ferques et Marquise en phase 1, et à Ferques en phase 2, les concentrations sont toutefois quelque peu supérieures aux sites de mesures de référence sur le littoral (hors zone d'étude). Toujours en extrapolant que l'étude ait été faite sur une seule année civile, les trois sites périurbains respecteraient les valeurs réglementaires, que ce soit en moyenne journalière ou en moyenne annuelle.



Guide de lecture des roses de pollution présentées page suivante

- ✿ Les cellules représentent les concentrations en polluant par direction et vitesse de vent, et se placent en fonction des 4 points cardinaux.
- ✿ La couleur de la cellule varie en fonction des valeurs de concentrations en polluant (plus une cellule tend vers le jaune, plus la concentration en polluant est élevée).
- ✿ L'échelle de concentration s'adapte en fonction des concentrations en polluant obtenues

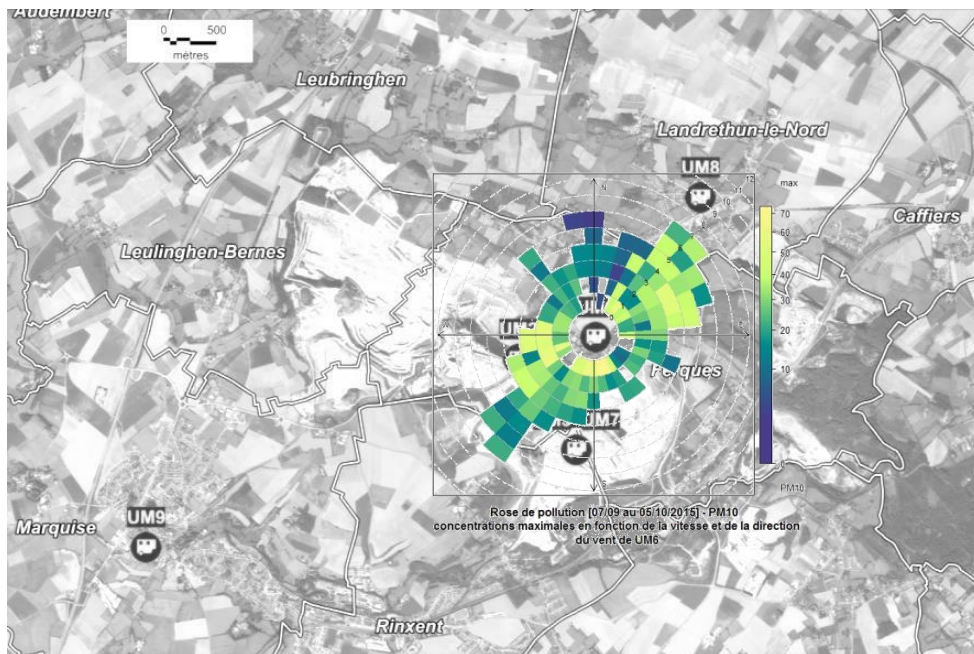
La rose de pollution est une représentation graphique permettant de **croiser les concentrations en polluant avec la direction et la vitesse du vent**. Elle permet de mettre en évidence l'origine des masses d'air polluées et ainsi de remonter à une source d'émission ponctuelle.



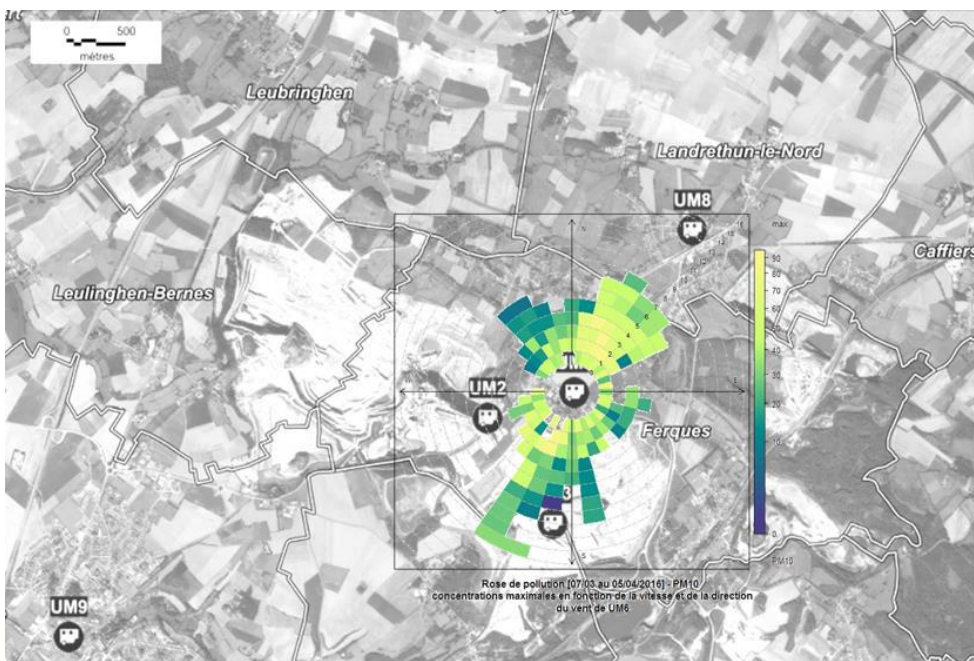
Bilan sur Ferques

Les roses de pollution représentant les concentrations maximales et effectuées sur l'ensemble de la période de mesures sont représentée ci-dessous. Sur les deux roses, la diagonale nord-est à sud-ouest se distingue. D'après l'exploitation précédente, on retrouve différents « types » de pollution. En phases 1 et 2, on retrouve une pollution dite « locale », illustrée par les premières cellules jaunes en partant du centre de la rose, ayant **probablement une origine agricole**. On retrouve également sur les deux phases de mesures une pollution issue du sud-ouest, pointant alors **la direction des carrières**. En phase 2, les particules provenant de la direction nord-est sont propres à **la pollution de fond régionale**, puisque cette direction a été retrouvée sur l'ensemble des sites de mesures à échelle régionale.

○ Phase 1



○ Phase 2

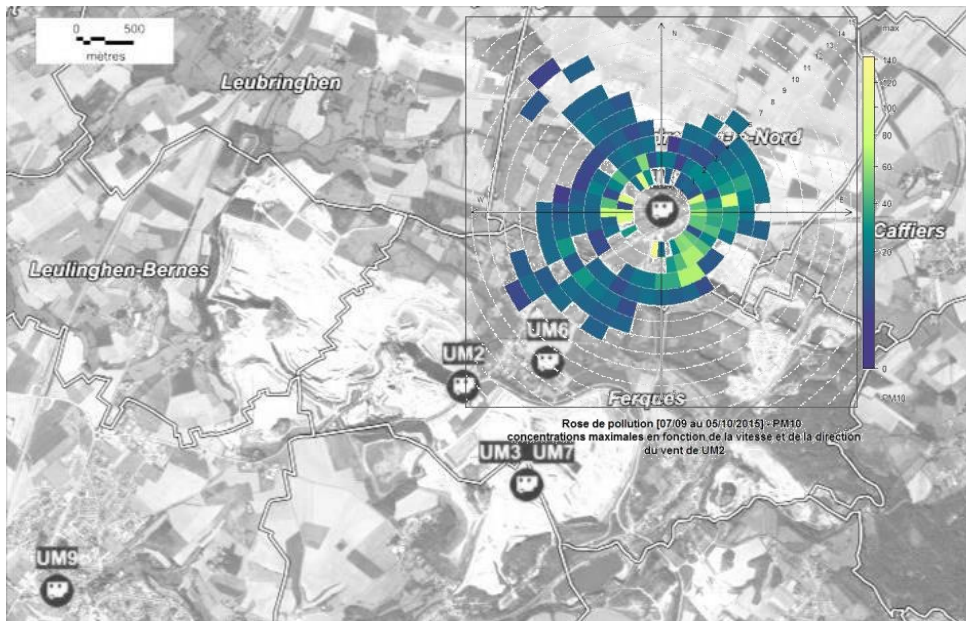




Bilan sur Landrethun-le-Nord (/ \ Météo de Carrière B)

A Landrethun-le-Nord, les roses de pollution entre les phases 1 et 2 sont nettement différentes. Sur la phase 1 quelques cellules se démarquent, avec une pollution locale ou issues du sud-est. Sur la phase 2, la direction nord-est ressort, en lien avec la pollution de fond ayant été recensée lors de cette période de mesures. Globalement et d'après les deux phases de mesures, il semble que les carrières n'influencent pas spécifiquement le site de Landrethun-le-Nord sur les concentrations en particules PM10.

o Phase 1



o Phase 2

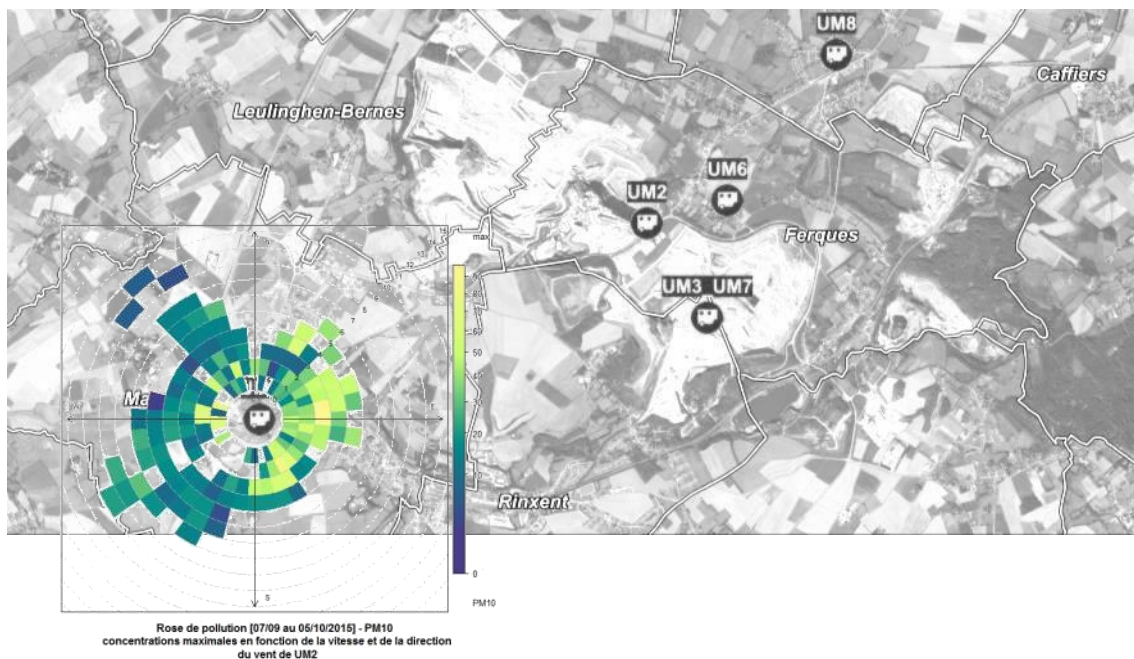




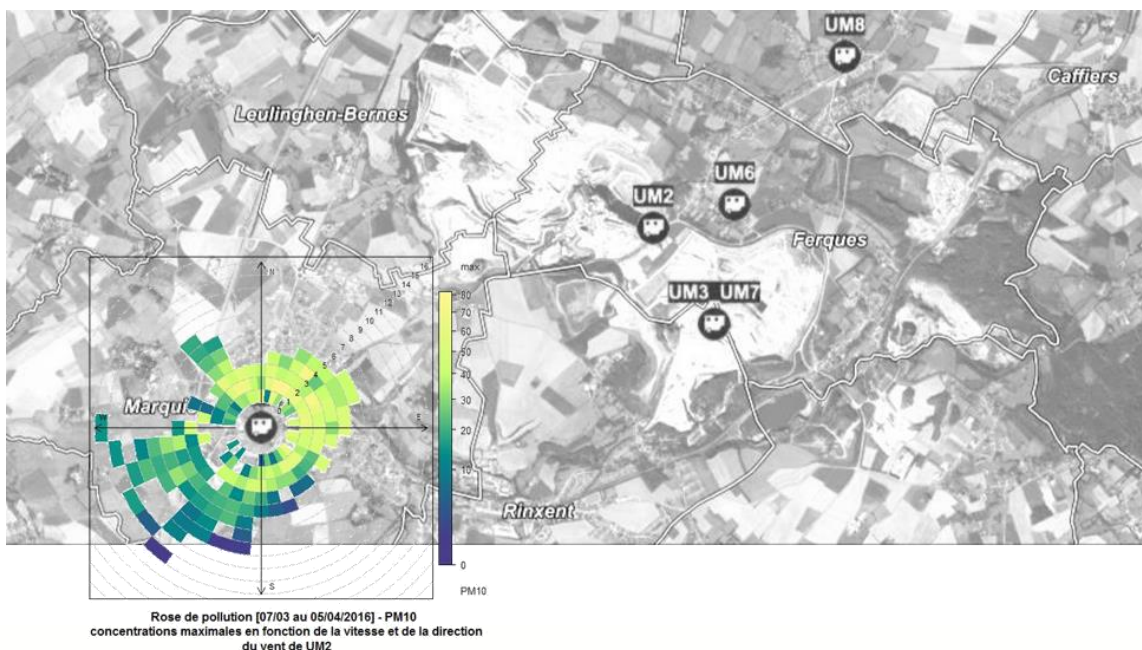
Bilan sur Marquise (/!\ Météo de Carrière B)

En phase 1, par vent faible, voire par absence de vent, de fortes concentrations en poussières sont visibles (cellules jaunes), provenant des secteurs sud-est et est. Pour des vents plus forts, la pollution n'a pas la même origine : elle est davantage issue du secteur nord-est. En phase 2, on retrouve une pollution locale et la direction nord-est ressort à l'identique des autres sites de mesures, ainsi que les directions nord et est. Ce qui signifie que pour **Marquise, comme pour Ferques, la pollution due aux poussières peut avoir plusieurs origines : les carrières (associées à la pollution de fond régionale en phase 2), lorsqu'il y a du vent de nord-est, et une autre origine (urbaine ?) par vent faible voire quasi nul.** L'analyse chimique des particules faite par le LSCE pourra permettre d'affiner les conclusions.

○ Phase 1



○ Phase 2

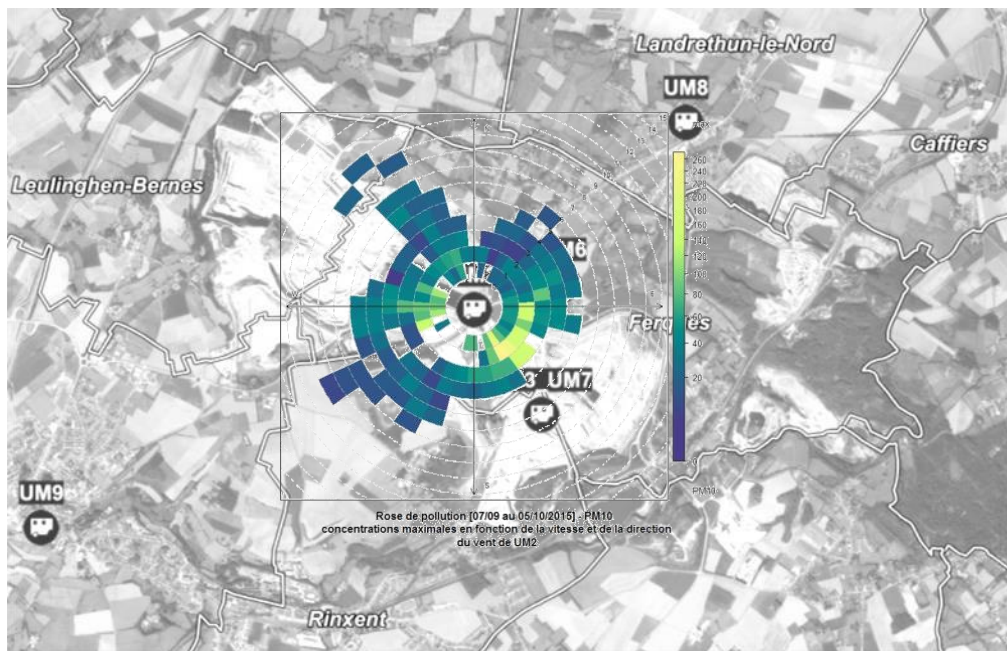




Bilan sur la Carrière B

En phase 1 comme en phase 2, les roses de pollution indiquent que les concentrations en poussières PM10 les plus fortes sont visibles par vent faible (cellules jaunes proches du centre de la rose). En phase 1, la direction sud-est ressort également, tandis qu'en phase 2, c'est la direction nord-ouest se distingue. Par vent de sud-est, il est difficile de conclure quant à l'origine de la pollution : les particules peuvent provenir des installations situées à proximité immédiate du point de mesures (train, installation CB2M), et/ou celles-ci peuvent provenir de la Carrière A. L'analyse chimique des particules faite par le LSCE pourra permettre d'affiner les conclusions.

- [Phase 1](#)



- [Phase 2](#)

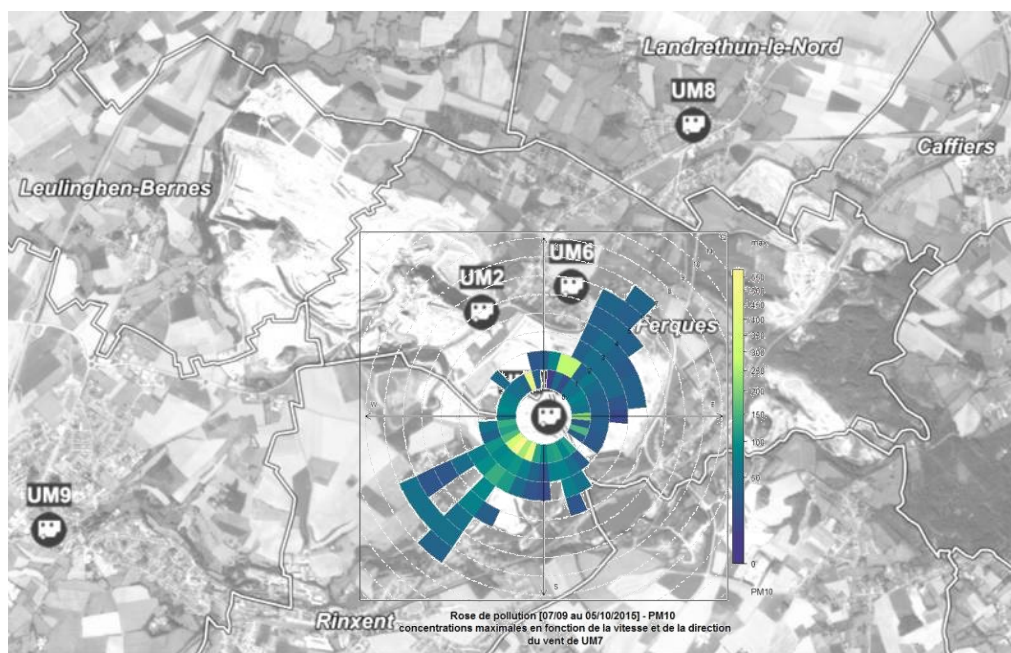




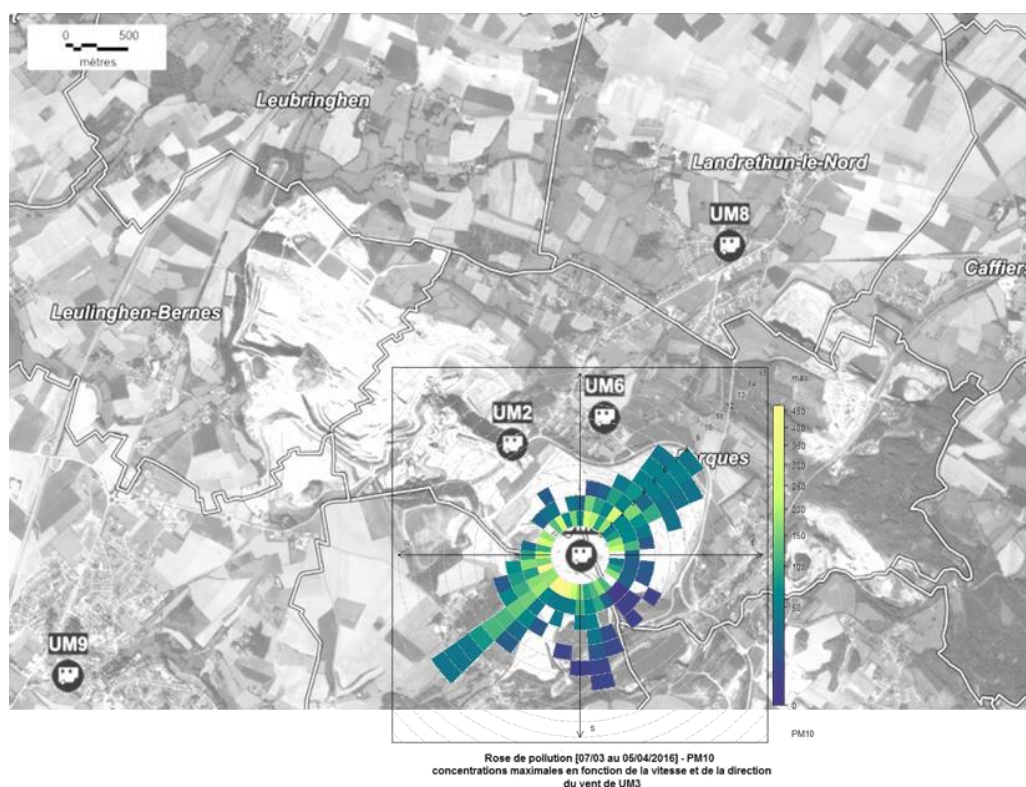
Bilan sur la Carrière A

Que ce soit en phase 1 ou en phase 2, les roses de pollution indiquent que les concentrations maximales en poussières PM10 sont visibles par vent quasi nul (< 1 m/s) : issues principalement du ré-envol de poussières. Ces observations sont en accord avec l'emplacement du site de mesures, lequel se trouve dans un milieu particulièrement encaissé, peu soumis aux vents dominants.

- Phase 1



- Phase 2



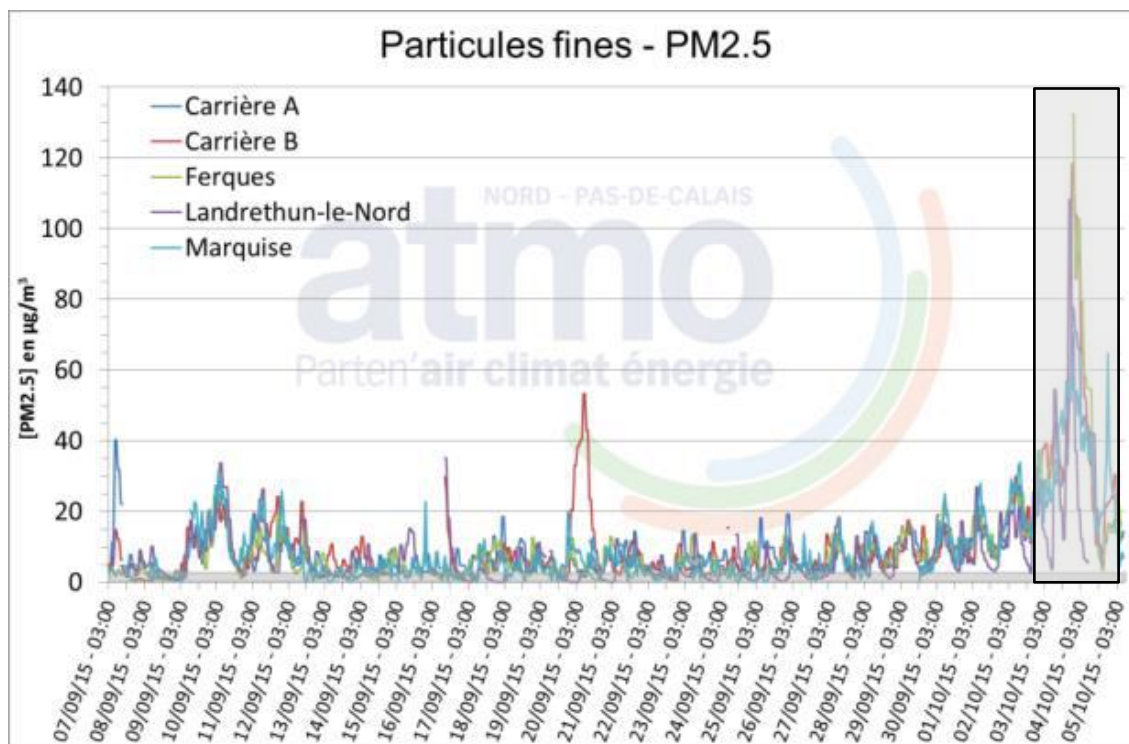


Les particules fines (PM2,5)

1) Sur l'ensemble des sites de la zone d'étude

Evolution des concentrations moyennes horaires

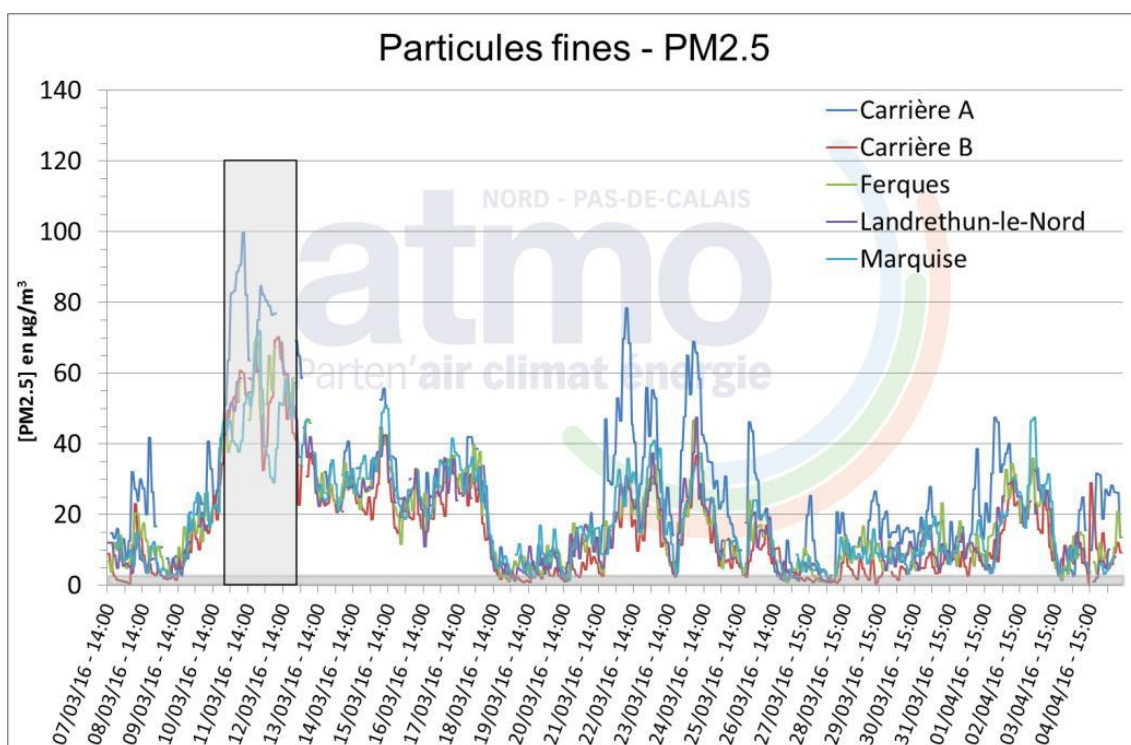
○ Phase 1



Globalement, si l'on compare les concentrations en particules fines PM2,5 observées au niveau des cinq sites de mesures de la zone d'étude, toutes les courbes se suivent (contrairement aux résultats des particules PM10). Seule une pointe se distingue au niveau de la Carrière B, le 20 septembre, comme pour les particules PM10.



- Phase 2



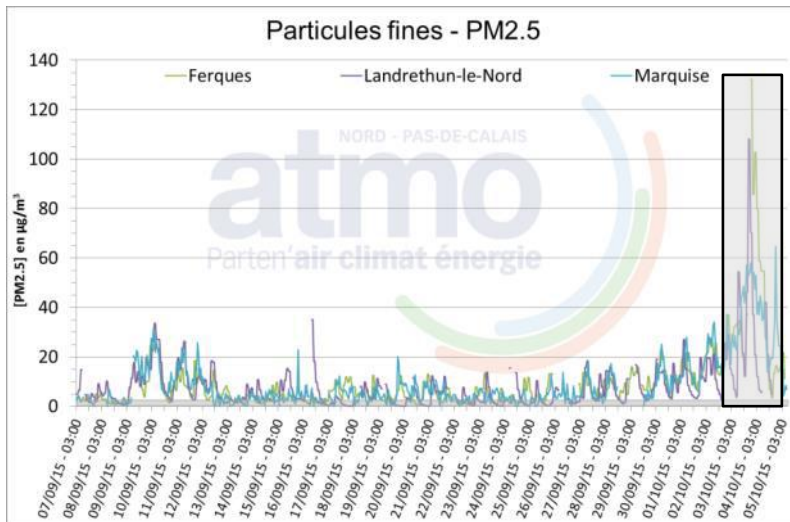
En phase 2, les concentrations en particules fines PM2,5 observées au niveau des cinq sites de mesures de la zone d'étude se suivent toujours entre elles, en revanche, celles-ci s'élèvent davantage au niveau de la Carrière A, notamment les 22, 24, 25, 27 mars et 2 avril, (particularité non observée en phase 1). Au-delà de ces amplitudes de concentrations plus élevées, les niveaux observés depuis la Carrière A évoluent de la même façon que les concentrations relevées depuis les sites périurbains alentours.



2) En dehors des carrières

 Au niveau des sites périurbains du bassin de Marquise

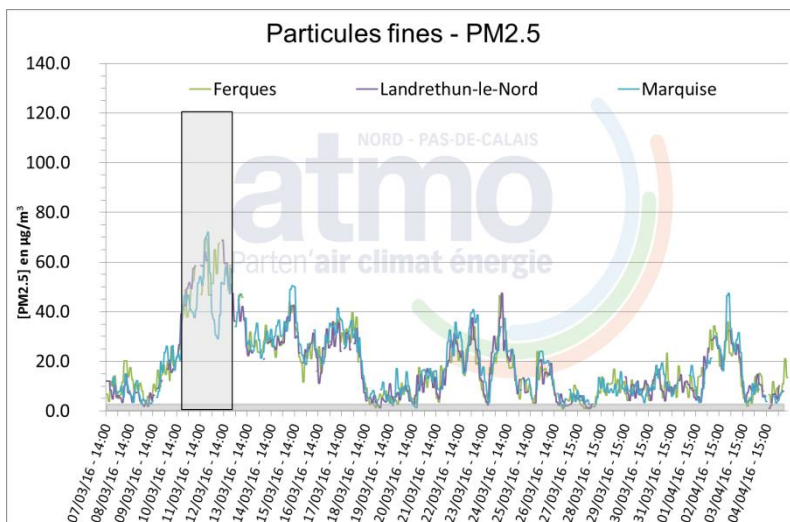
○ Phase 1



Les concentrations en particules PM2,5 observées au niveau des sites de mesures situés « hors carrières » ont évolué de façon similaire tout au long de la phase de mesures.

La bande grisée horizontale correspond à la limite de détection des appareils de mesures

○ Phase 2

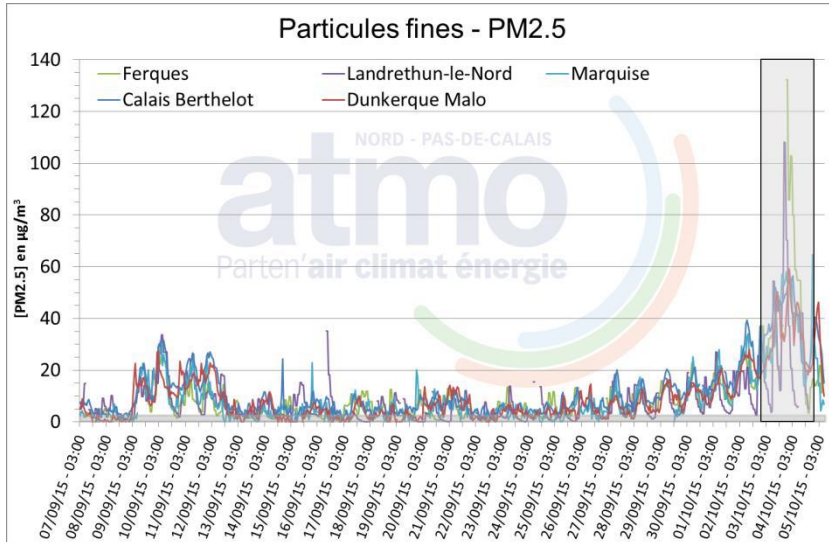


Comme pour la phase 1, les concentrations en particules PM2,5 observées en phase 2 au niveau des sites de mesures situés « hors carrières » ont évolué de façon similaire tout au long de la phase de mesures.



Entre les sites périurbains du bassin de Marquise et les sites de référence de la région

○ Phase 1

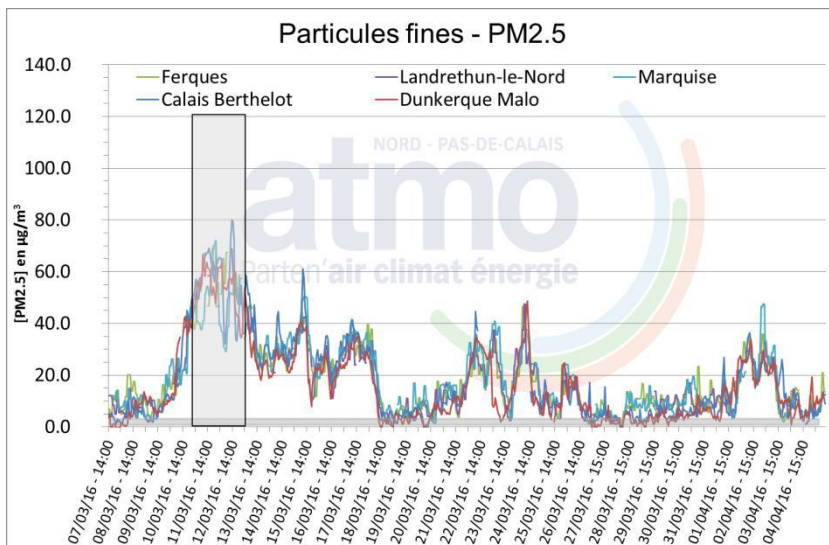


Comparativement aux stations fixes de Calais Berthelot et Dunkerque Malo (Outreau ne mesure pas les particules fines en continu), les stations mobiles de Marquise, Ferques et Landrethun-le-Nord enregistrent en phase 1 des profils de concentrations similaires aux deux stations fixes de référence.

Une pointe ponctuelle est tout de même visible à Ferques en fin de phase, du 3 21h00 au 4 octobre 10h00, atteignant 132 µg/m³ à 21h00 et 22h00. Les vents de cette tranche horaire sont restés inférieurs à 1 m/s. La source est donc locale (proximité immédiate de la station).

La station mobile de Landrethun-le-Nord enregistre elle aussi une pointe ponctuelle le 3 octobre, atteignant 108 µg/m³ à 19h00, par vent d'ouest, donc pas issue des carrières. La source n'a pas été identifiée.

○ Phase 2



En phase 2, les stations mobiles de Marquise, Ferques et Landrethun-le-Nord continuent de suivre des profils de concentrations similaires aux deux stations fixes de référence.

Les activités exercées depuis les carrières n'ont visiblement pas d'impact sur les concentrations en particules fines PM2,5 observées depuis les sites périurbains alentours (Ferques, Marquise et Landrethun-le-Nord).



3) Bilan – Particules en fines PM_{2,5}

Site de mesures	Typologie	Concentration moyenne (µg/m ³)	
		Phase 1	Phase 2
Carrière A	Tendance « proximité industrielle »	9,1	25,4
Carrière B	Tendance « proximité industrielle »	11,2	15,6
Ferques	Tendance périurbaine	9,4	18,1
Landrethun-le-Nord	Tendance périurbaine	8,1	17,7
Marquise	Tendance périurbaine	9,4	19,6
Calais-Berthelot	Urbaine	11,7	17,8
Dunkerque-Malo	Urbaine	9,1	16,3

Avis et interprétation :

En ce qui concerne les concentrations moyennes en particules fines, au niveau des cinq sites de la zone d'étude, le site de la Carrière B est celui qui enregistre la moyenne la plus élevée avec 11,2 µg/m³ en phase 1, alors qu'en phase 2, c'est le site de la Carrière A (avec 25,4 µg/m³). Les moyennes des autres sites sont, par phase de mesures, proches entre-elles.

En phase 1, par comparaison avec des stations situées en dehors du bassin de Marquise, il s'avère que les concentrations en particules fines PM_{2,5} rencontrées au niveau des carrières et à proximité de celles-ci sont du **même ordre de grandeur** que ce qui peut être observé en milieu urbain. **En phase 2, le site de la Carrière A enregistre en revanche une concentration en particules fines bien plus élevée que ce qui peut être observé par ailleurs.** De plus, le site de la Carrière B présente quant à lui, une moyenne équivalente à celles des autres sites urbains de référence.

Valeurs réglementaires air ambiant

En moyenne annuelle civile

25 µg/m³
(valeur limite)

Si l'on compare, en extrapolant, les valeurs obtenues à la valeur réglementaire¹, celle-ci serait respectée sur l'ensemble des sites (sites des carrières compris) de la zone d'étude.

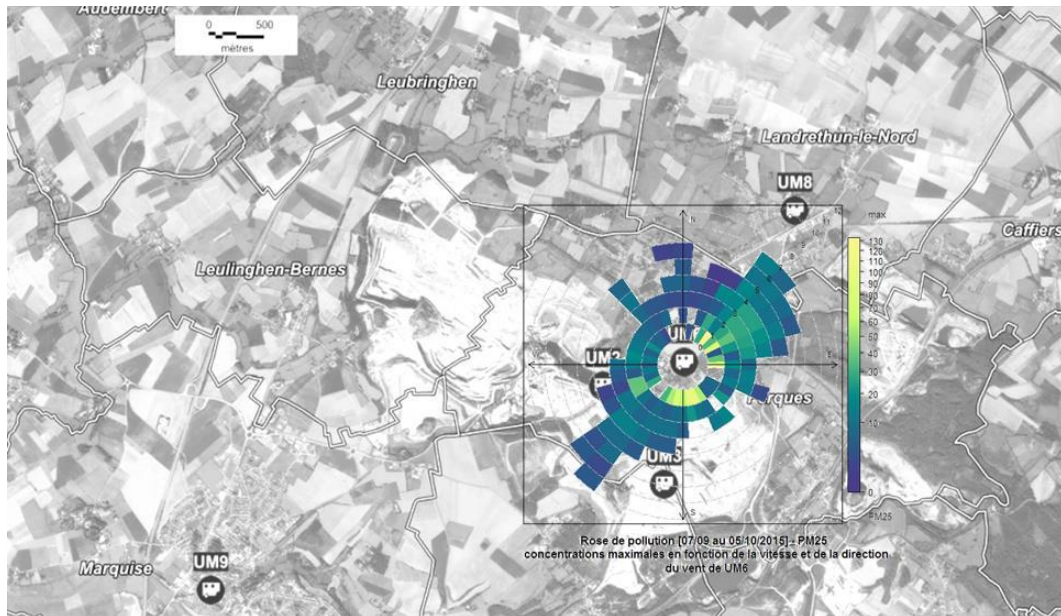
¹ Les particules fines ne sont pas réglementées en moyenne journalière.



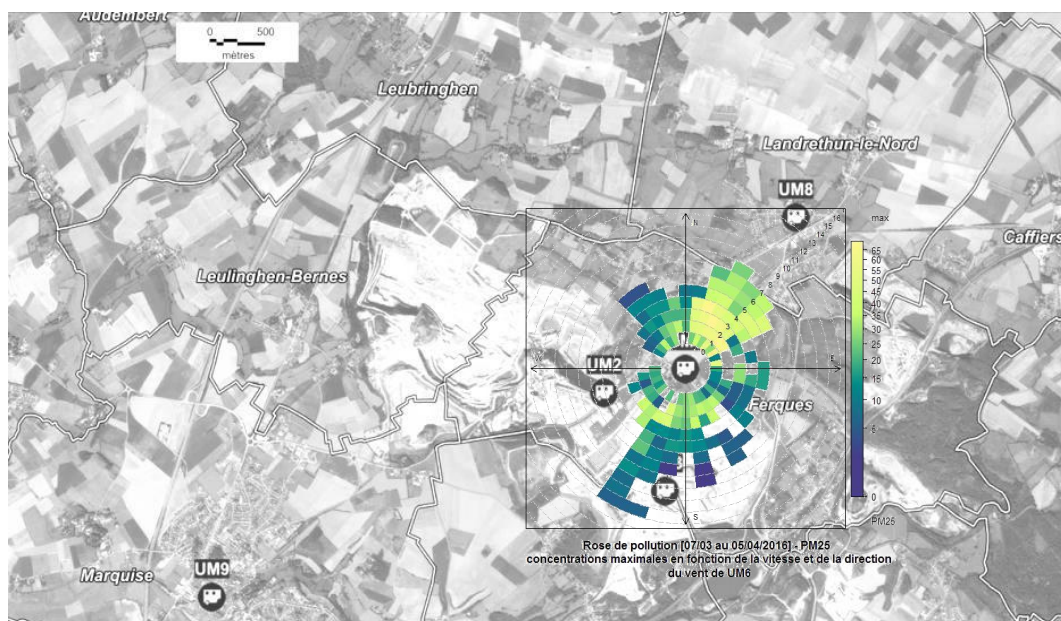
Bilan sur Ferques

La rose de pollution obtenue pour la phase 1 indique que les concentrations maximales de PM_{2,5} ont été relevées en l'absence de vent et durant l'épisode de pollution, ce qui peut traduire à la fois une influence locale et du transport longue distance. En phase 2, on retrouve cette pollution locale, mais également des particules provenant de la direction nord-est (propres à la pollution de fond régionale), ainsi que des particules issues du sud-est et du sud-ouest.

○ Phase 1



○ Phase 2

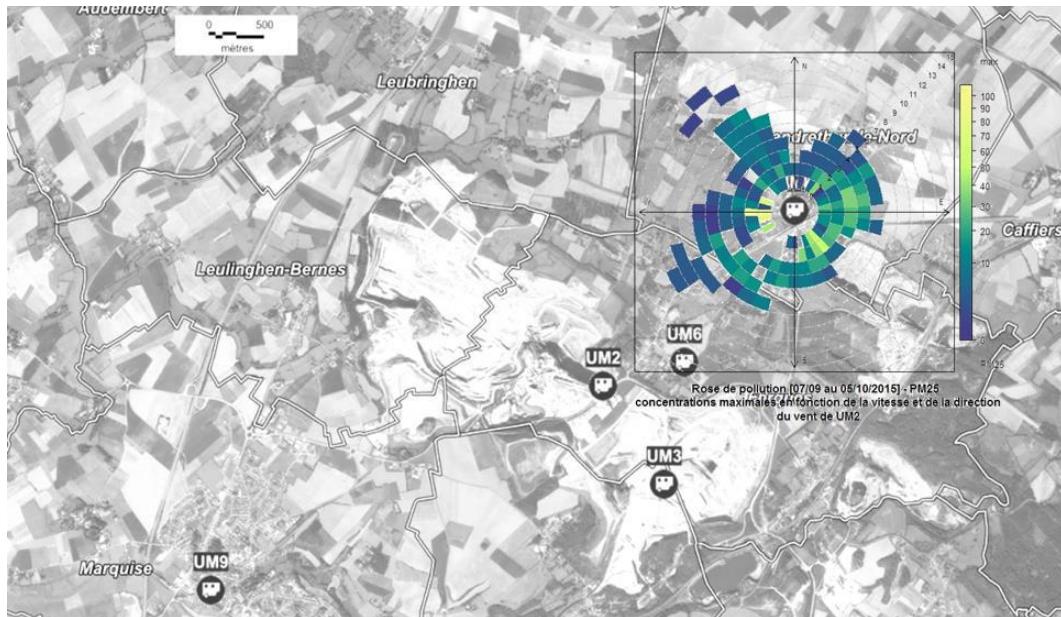




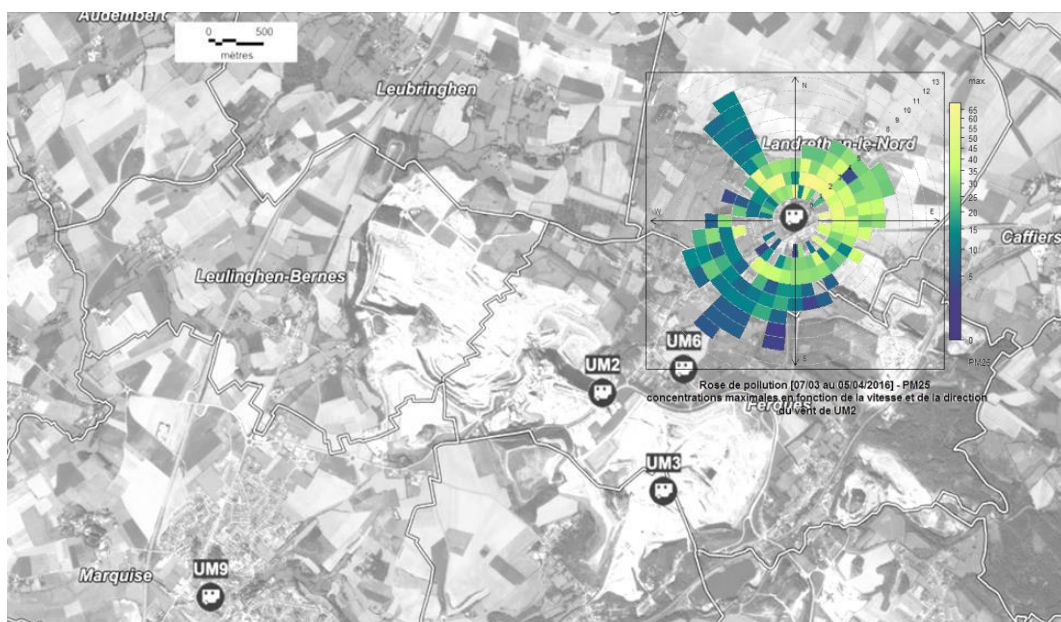
Bilan sur Landrethun-le-Nord (// \ Météo de Carrière B)

Les interprétations des roses de pollution de Landrethun-le-Nord sont similaires à celles de Ferques : en phase 1, les concentrations maximales de PM_{2,5} ont été relevées en l'absence de vent et durant l'épisode de pollution, ce qui peut traduire à la fois une influence locale et du transport longue distance. En phase 2, on retrouve cette pollution locale, mais également des particules provenant de la direction nord-est (propres à la pollution de fond régionale), ainsi que des particules issues du sud-est et du sud-ouest.

○ Phase 1



○ Phase 2

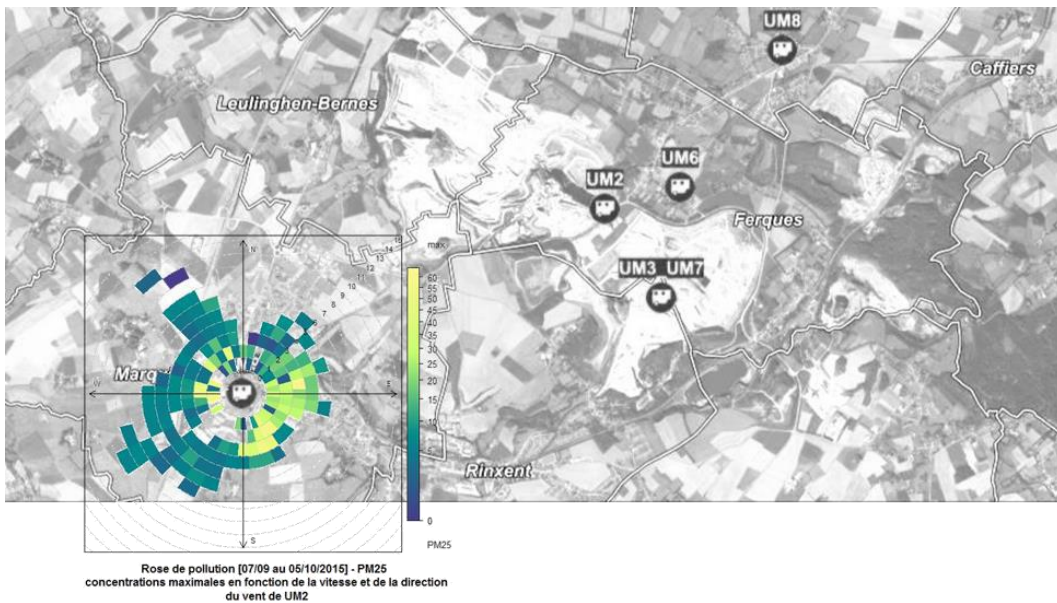




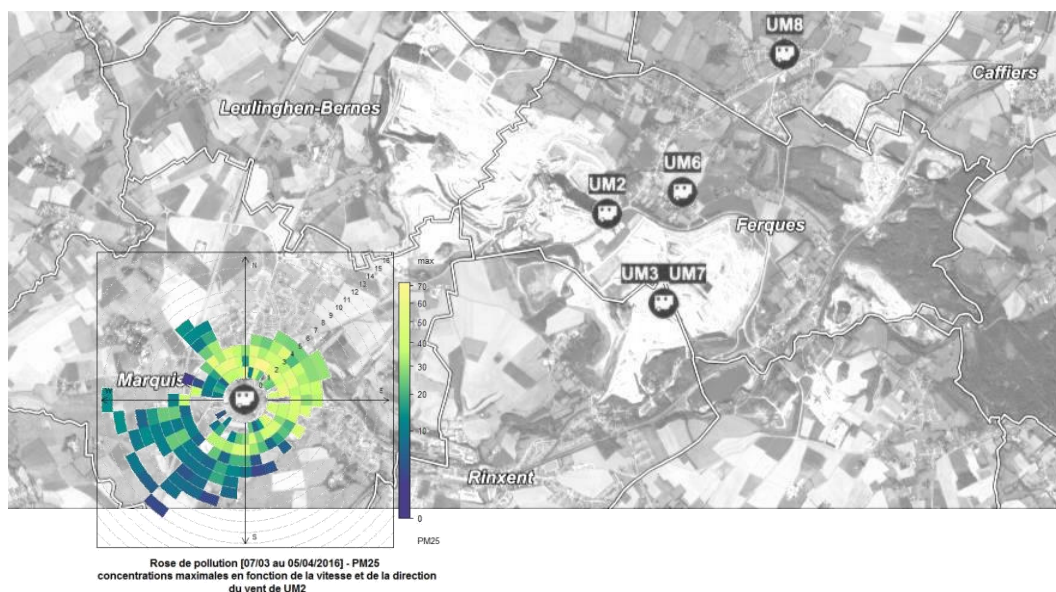
Bilan sur Marquise (/!\ Météo de Carrière B)

La rose de pollution obtenue pour la phase 1 indique que les concentrations maximales de PM_{2,5} ont été relevées en l'absence de vent et durant l'épisode de pollution, ce qui peut traduire à la fois une influence locale et du transport longue distance, et par vent d'est et de sud-est. En phase 2, la rose de pollution est similaire à celle de Landrethun-le-Nord : pollution locale, mais également des particules provenant de la direction nord-est (propres à la pollution de fond régionale), ainsi que des particules issues du sud-est et du sud-ouest.

○ Phase 1



○ Phase 2

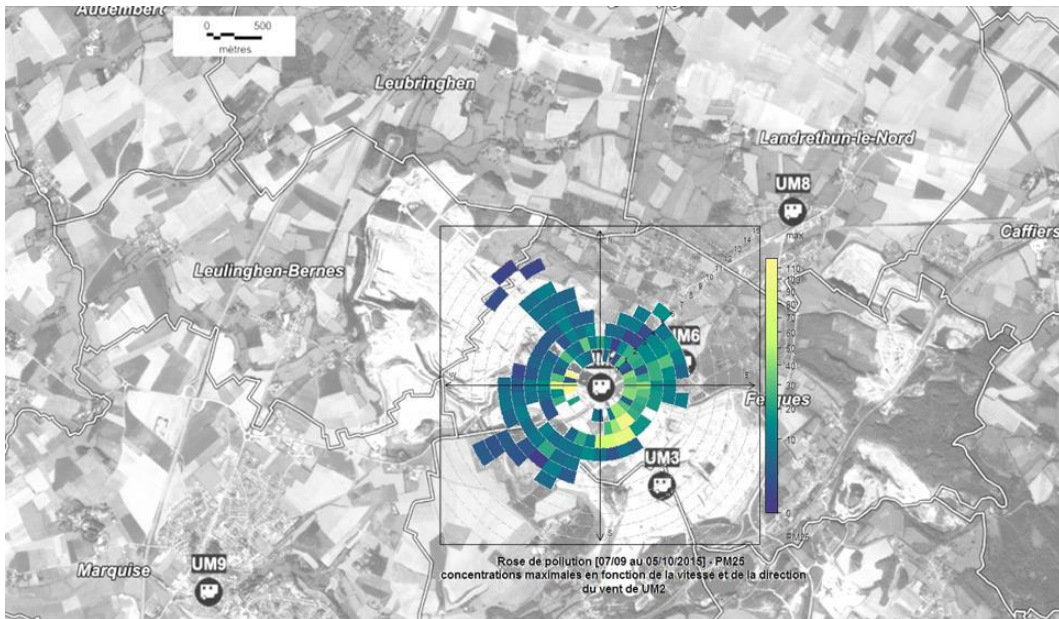




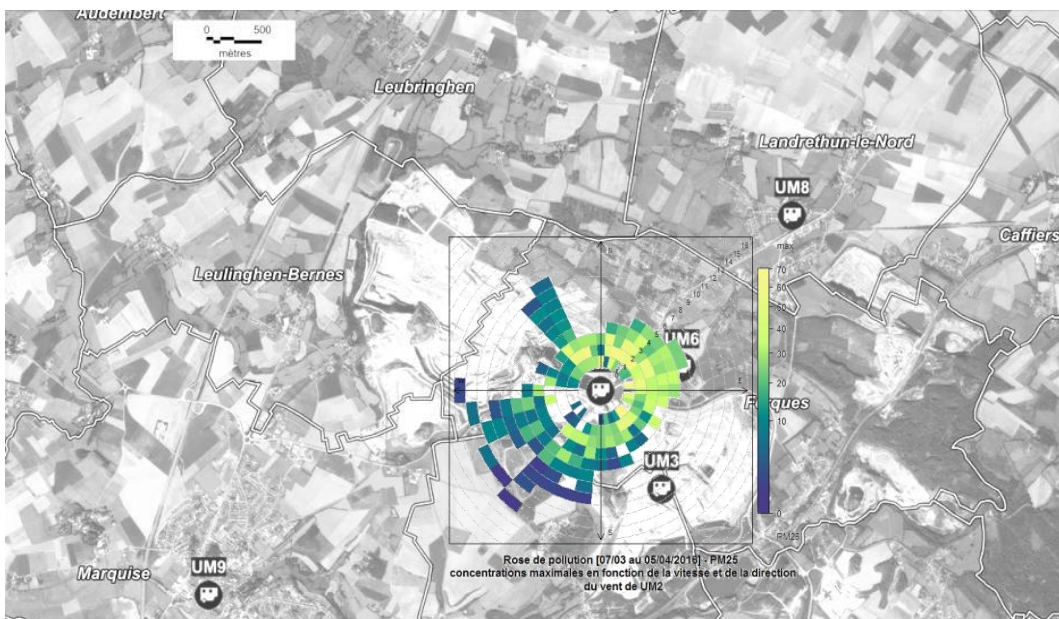
Bilan sur Carrière B

En phase 1 comme en phase 2, les roses de pollution indiquent que les concentrations en poussières PM_{2,5} les plus fortes sont visibles par vent faible. En phase 1, la direction sud-est ressort également, tandis qu'en phase 2, les directions retrouvées sont les mêmes que pour les autres sites de mesures, d'où une pollution de fond et non spécifique à la Carrière B.

○ Phase 1



○ Phase 2

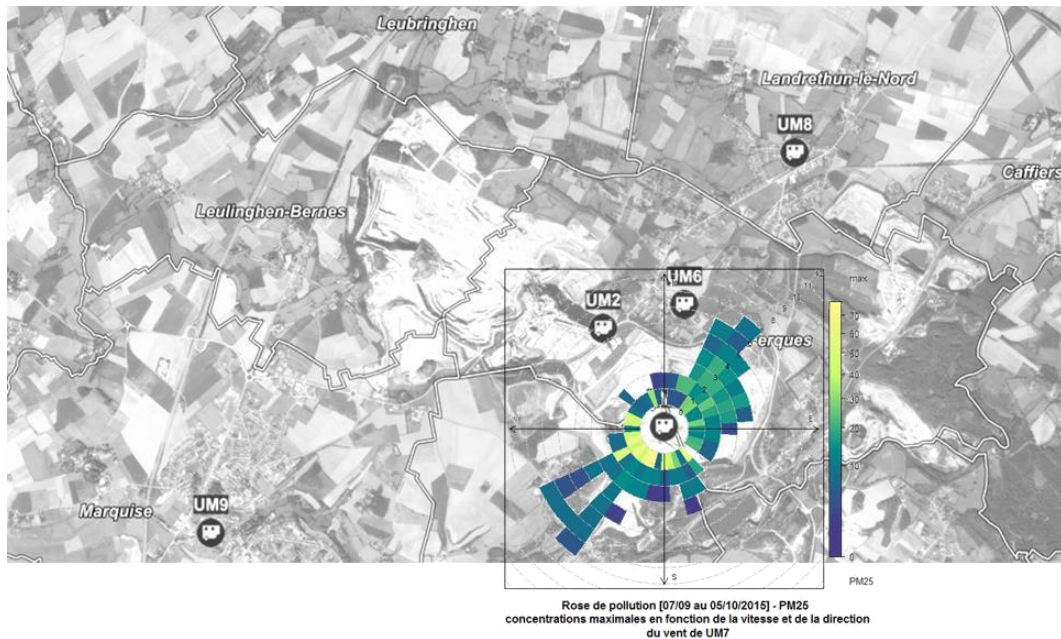




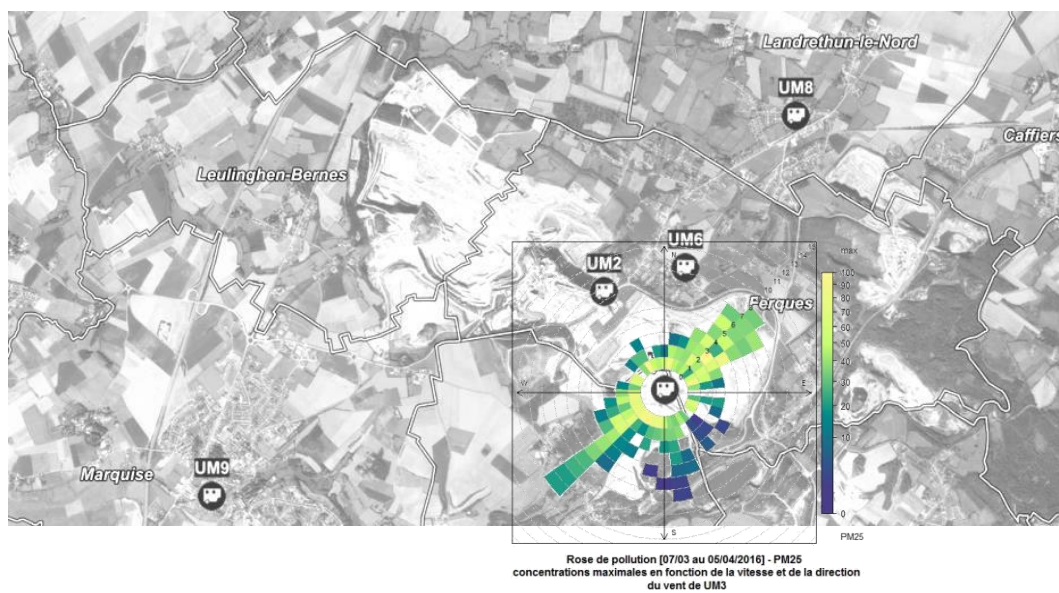
 [Bilan sur Carrière A](#)

Que ce soit en phase 1 ou en phase 2, les roses de pollution indiquent que les concentrations maximales en poussières PM2,5 sont visibles par vent quasi nul (< 1 m/s) : issues principalement du ré-entrainement de poussières. Les directions des roses, phases 1 et 2, sont différentes des autres sites de mesures : seule la diagonale nord-est / sud-ouest ressort. Ces observations sont en accord avec l'emplacement du site de mesures, lequel se trouve dans un milieu particulièrement encaissé, peu ou moins soumis aux vents dominants.

○ [Phase 1](#)



○ [Phase 2](#)





Résultats granulométriques

Lors des prélèvements de la 1^{ère} phase de mesures, des problèmes techniques ont été rencontrés : des particules ont été retrouvées dans la ligne de prélèvement et les filtres ont été parfois découpés lors du sertissage du filtre sur le porte-filtre. Le système a été amélioré dans la mesure du possible pour la 2^{ème} phase de mesures.

Les tableaux suivant présentent les résultats obtenus depuis les trois granulomètres (Dekati).

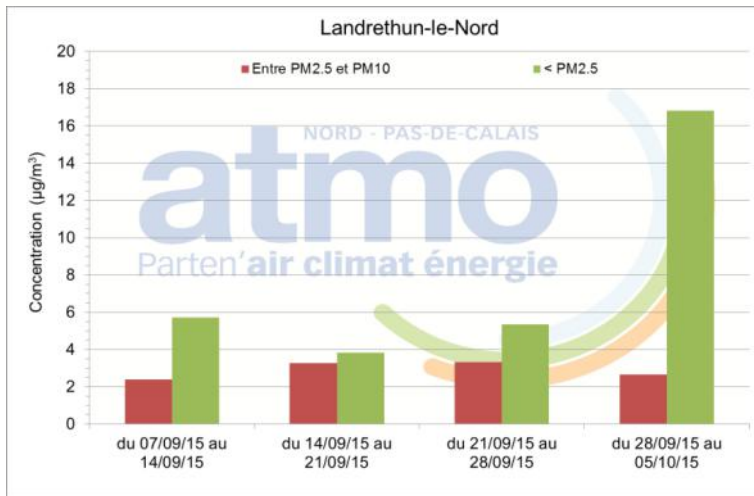
A noter que la différence de volumes obtenus entre le site de la Carrière B, et les sites de Landrethun-le-Nord et de Marquise, est tout à fait normal : le débit de prélèvement au niveau de la Carrière B était de 10 L/min, alors qu'il était de 30 L/min au niveau des deux autres sites. Le calcul de la concentration permet donc de s'affranchir de la différence métrologique liée au débit de prélèvement :

$$\text{Concentration moyenne } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{\text{Masse (mg)}}{\text{Volume (m}^3)} \times 1000$$

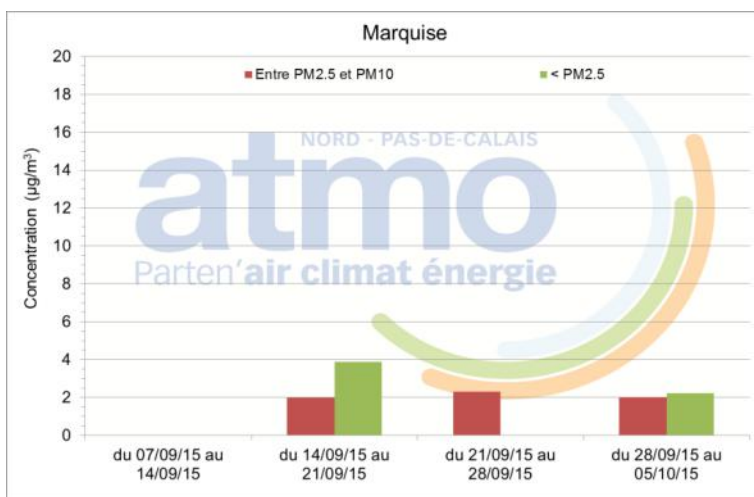
o Phase 1

Période de prélèvement	Site de mesures	Volume (m ³)	Poussières inférieures à 2,5 µm		Poussières comprises entre 2,5 et 10 µm		Poussières supérieures à 10 µm
			Masse collectée (mg)	Concentration moyenne (µg/m ³)	Masse collectée (mg)	Concentration moyenne (µg/m ³)	Masse collectée (mg)
Du 07/09/15 au 14/09/15	Carrière B	98,4	1,18	11,99	1,66	16,87	< LD
	Landrethun-le-Nord	304,6	1,74	5,71	0,73	2,40	< LD
	Marquise	289,2	< LD	-	< LD	-	< LD
Du 14/09/15 au 21/09/15	Carrière B	100,5	0,78	7,76	1,69	16,82	< LD
	Landrethun-le-Nord	303,4	1,16	3,82	0,99	3,26	< LD
	Marquise	305,9	1,19	3,89	0,61	1,99	< LD
Du 21/09/15 au 28/09/15	Carrière B	101,6	0,84	8,27	1,3	12,80	< LD
	Landrethun-le-Nord	310,1	1,66	5,35	1,03	3,32	< LD
	Marquise	302,2	< LD	-	0,7	2,32	< LD
Du 28/09/15 au 05/10/15	Carrière B	101,4	1,62	15,98	1,05	10,36	< LD
	Landrethun-le-Nord	296,2	4,98	16,82	0,79	2,67	< LD
	Marquise	310,3	0,69	2,22	0,63	2,03	< LD

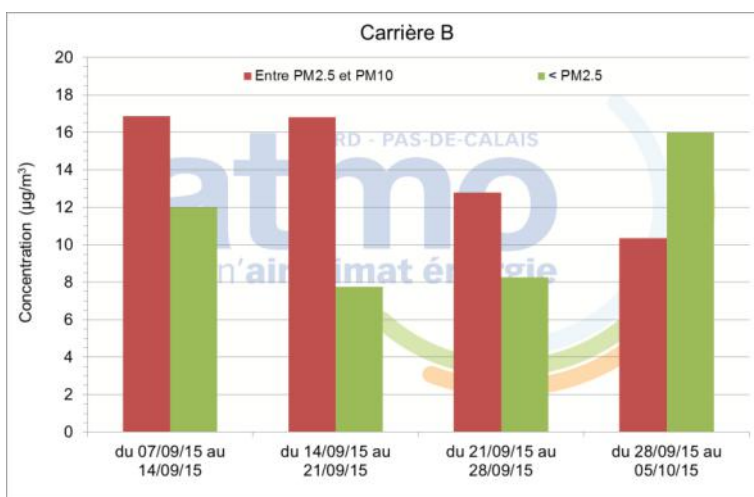
Lors de la phase 1, les concentrations de la fraction supérieure à 10 µm ont été invalidées sur l'ensemble des trois sites de mesures en raison d'un problème technique lors des prélèvements. En ce qui concerne les résultats obtenus pour les fractions inférieures à 10 µm, ceux-ci sont à prendre avec précaution dans la mesure où le problème technique a également pu se reproduire sur leurs prélèvements. De ce fait, les résultats sont potentiellement sous-estimés. D'autre part, les résultats de la première semaine sur Marquise ont été invalidés : ils étaient tous inférieurs à la limite de détection.



Au niveau du site de mesure de Landrethun-le-Nord, les particules majoritaires semblent être des particules fines, de diamètre inférieur à 2,5 µm. Les concentrations sont du même ordre de grandeur au fil des semaines, excepté lors de la dernière semaine de mesures où la concentration en particules fines est beaucoup plus élevée. Lors de cette semaine, un épisode de pollution a été caractérisé au niveau régional. L'analyse de cet épisode précise qu'il était essentiellement constitué de particules fines PM2,5.



A Marquise, compte-tenu du manque de données obtenues pour ce site, il est difficile de conclure sur une tendance éventuelle. Les particules comprises entre 2,5 et 10 µm sont néanmoins plus faibles que sur les deux autres sites, lors des trois dernières semaines.



En ce qui concerne la Carrière B, la distribution granulométrique est cette fois inversée. Les particules de diamètre compris entre 2,5 et 10 µm sont ici majoritaires, sauf lors de la dernière semaine de mesures, où la hausse des particules fines PM2,5 s'explique très probablement par l'épisode de pollution ayant eu lieu lors de cette semaine de mesures.

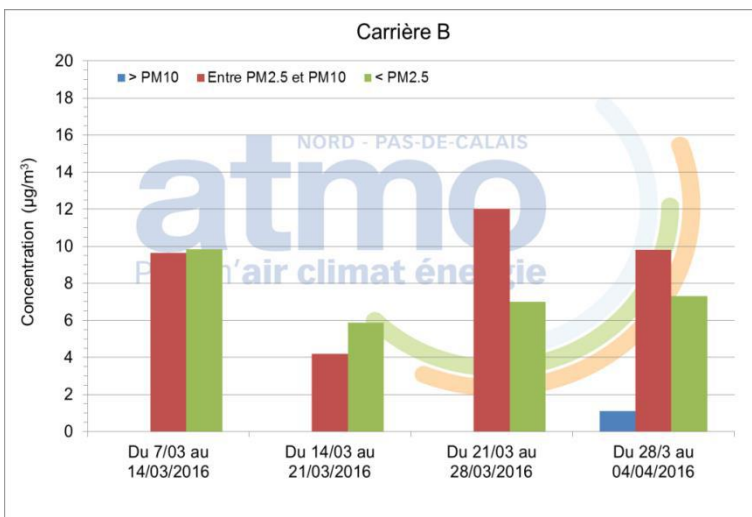
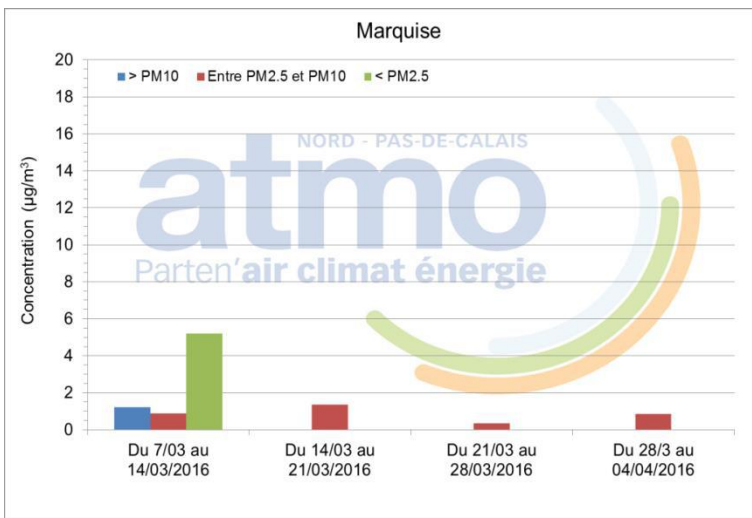
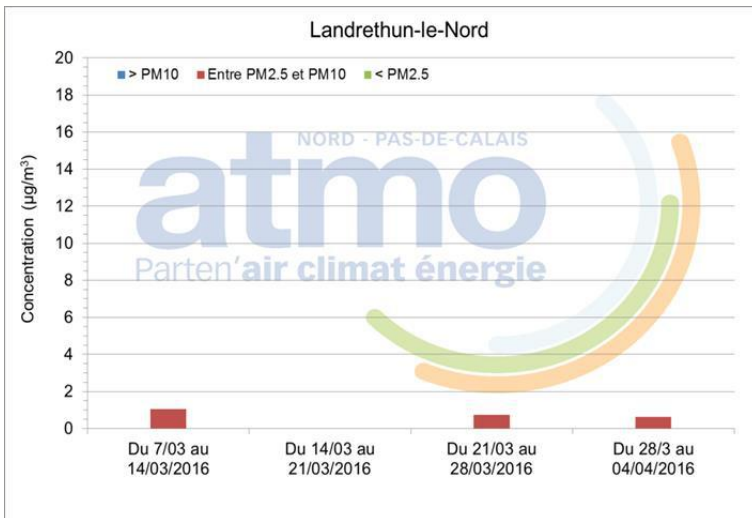
Cette exploitation des résultats reste soumise à une grande incertitude compte tenu des problèmes techniques rencontrés lors des prélèvements, à noter que toutes les concentrations des particules supérieures à 10 µm ont été invalidées.



○ Phase 2

Période de prélèvement	Site de mesures	Volume (m ³)	Poussières inférieures à 2,5 µm		Poussières comprises entre 2,5 et 10 µm		Poussières supérieures à 10 µm	
			Masse collectée (mg)	Concentration moyenne (µg/m ³)	Masse collectée (mg)	Concentration moyenne (µg/m ³)	Masse collectée (mg)	Concentration moyenne (µg/m ³)
Du 07/03/16 au 14/03/16	Carrière B	105,8	1,040	9,83	1,020	9,64	< LD	-
	Landrethun-le-Nord	305,6	< LD	-	0,320	1,05	< LD	-
	Marquise	320,6	1,670	5,21	0,280	0,87	0,390	1,22
Du 14/03/16 au 21/03/16	Carrière B	100,3	0,590	5,89	0,420	4,19	< LD	-
	Landrethun-le-Nord	317,7	< LD	-	< LD	-	< LD	-
	Marquise	304,5	< LD	-	0,410	1,35	< LD	-
Du 21/03/16 au 28/03/16	Carrière B	101,5	0,710	7,00	1,220	12,02	< LD	-
	Landrethun-le-Nord	322,9	< LD	-	0,240	0,74	< LD	-
	Marquise	361,2	< LD	-	0,130	0,36	< LD	-
Du 28/03/16 au 04/04/16	Carrière B	99,9	0,730	7,31	0,980	9,81	0,110	1,10
	Landrethun-le-Nord	313,7	< LD	-	0,200	0,64	< LD	-
	Marquise	271,6	< LD	-	0,230	0,85	< LD	-

Les résultats obtenus lors de la 2^{ème} phase de mesures, restent, malgré une tentative d'amélioration du système de prélèvement, insatisfaisants : de nombreuses valeurs s'avèrent être encore une fois inférieures à la limite de détection.



Les résultats issus de la 2^{ème} phase de mesures montrent et confirment que l'estimation des concentrations, par type de granulométrie, n'est pas représentative. Les filtres des granulomètres ont néanmoins été transmis au LSCE¹, les masses collectées par coupure granulométrique étant suffisantes pour réaliser une analyse chimique qualitative. Aucune interprétation n'est donc réalisée sur ces mesures.

¹ Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement : <http://www.lsce.ipsl.fr/>



Les poussières sédimentables

Voici les résultats obtenus concernant les poussières sédimentables (jauge Owen). A noter que comme pour les granulomètres, les fractions collectées dans les jauges ont été aussi envoyées au LSCE pour analyses complémentaires.

○ Phase 1

Site de mesures	Volume total d'eau collectée		Masse poussières insolubles (mg)	Masse poussières solubles (mg)	Concentration* (mg/m ² /j)
	(mL)	(L/m ²)			
Carrière A	8995	136	493	468	521
Carrière B	5277	80	21	63	45
Ferques	8234	125	36	395	339
Landrethun-le-Nord	5973	90	6	24	16
Marquise	6882	104	8	69	42

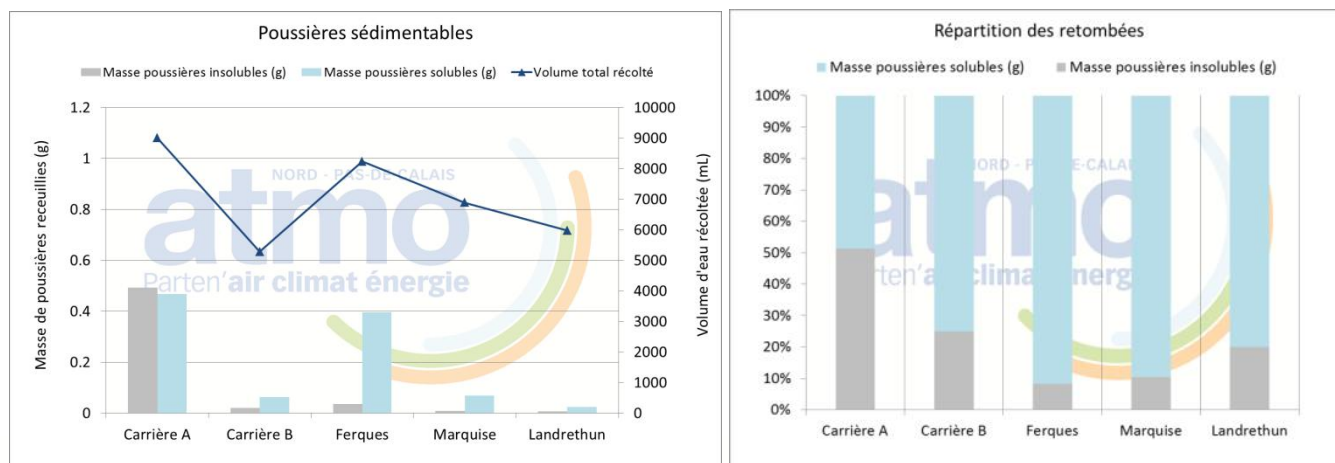
* Concentration = ((Masse poussières insolubles + Masse poussières solubles) ÷ nombre de jours d'exposition) ÷ surface de l'entonnoir de la jauge

Les résultats obtenus montrent que les concentrations de poussières sédimentables sont très variables d'un site à l'autre. La Carrière A est le site où la concentration relevée a été la plus élevée : 521 mg/m²/j. Le site de Ferques connaît également une concentration non négligeable : 339 mg/m²/j. Ensuite, les concentrations obtenues à Marquise et au niveau de la Carrière B sont homogènes entre-elles, avec respectivement 42 et 45 mg/m²/j. Enfin, c'est à Landrethun-le-Nord que la concentration relevée a été la plus faible : 16 mg/m²/j.

Ces résultats de retombées de poussières, solubles et insolubles, sont à mettre en lien avec le volume d'eau récolté. Les concentrations les plus élevées ont ainsi été retrouvées au niveau des sites où les volumes d'eau recueillis ont été les plus importants : 136 L/m² d'eau à la Carrière A et 125 L/m² à Ferques (sur la même période, les relevés Météo France affichent une pluviométrie de 104 L/m² à Boulgne-sur-Mer).

La répartition n'est effectivement pas homogène. Le graphe ci-dessous indique que les poussières sédimentables ont principalement été retrouvées dans la partie soluble, excepté à la Carrière A, où l'on avoisine 50%-50% de matière soluble et insoluble.

Les analyses chimiques et minéralogiques effectuées par le LSCE permettront d'en savoir davantage sur la composition des particules insolubles (seule fraction conservée lors de cette 1^{ère} phase de mesures).





○ **Phase 2**

Site de mesures	Volume total d'eau collectée		Masse poussières insolubles (mg)	Masse poussières solubles (mg)	Concentration (mg/m ² /j)
	(mL)	(L/m ²)			
Carrière A	2384	52,72	1 159	305	1 152
Carrière B	2461	37,28	258	33	317
Ferques	4170	63,16	31	275	165
Landrethun-le-Nord	3105	47,03	11	224	126
Marquise	2997	45,40	48	138	100

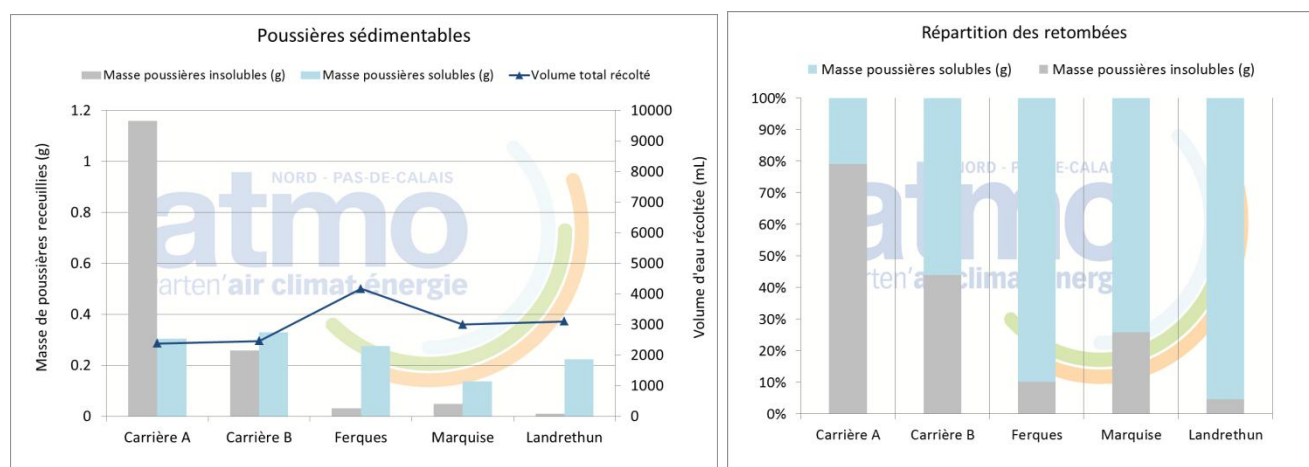
Les résultats obtenus en phase 2 montrent que les concentrations de poussières sédimentables restent très variables d'un site à l'autre. La Carrière A est encore une fois le site où la concentration relevée a été la plus élevée : 1 152 mg/m²/j. En revanche, c'est désormais le site de la Carrière B et non le site de Ferques qui connaît également une concentration non négligeable : 317 mg/m²/j. Ensuite, les concentrations obtenues au niveau des sites périurbains diminuent, avec respectivement 165, 126 et 100 mg/m²/j à Ferques, Landrethun-le-Nord et Marquise.

Pour l'ensemble des sites de mesures sauf Ferques, les concentrations obtenues en phase 2 sont supérieures à celles relevées en phase 1.

Ces résultats de retombées de poussières, solubles et insolubles, ne semblent pas cette fois être corrélés au volume d'eau recueilli.

La répartition n'est en revanche toujours pas homogène. Le graphe ci-dessous indique que les poussières sédimentables ont principalement été retrouvées dans la partie soluble pour les sites périurbains, tandis que pour la Carrière A, on se situe sur du 80% insoluble et 20% soluble. Pour la Carrière B, on avoisine les 50% - 50% soluble/insoluble.

Les analyses chimiques et minéralogiques effectuées par le LSCE viendront là également compléter l'étude sur la composition des particules insolubles et solubles pour cette 2^{ème} phase de mesures.





CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

A l'issue des deux campagnes de mesures des particules (PM_{2,5}, PM₁₀ et sédimentables) ayant été réalisées du 7 septembre au 5 octobre 2015 et du 7 mars au 4 avril 2016, de grandes tendances se dégagent :

- D'une manière générale, les courbes de concentrations PM_{2,5} et PM₁₀ se suivent pour les trois sites de mesures périurbains. Les deux sites implantés au sein des carrières se distinguent des trois sites périurbains par des comportements spécifiques et de nombreuses valeurs isolées et élevées. En extrapolant que l'étude ait été faite sur une seule année civile :

Pour les PM₁₀, la comparaison aux valeurs réglementaires en air ambiant est faite à titre indicatif uniquement. Le site de la Carrière A dépasserait les valeurs réglementaires en moyenne journalière et en moyenne annuelle civile, et le site de la Carrière B dépasserait probablement la valeur réglementaire en moyenne journalière sur une année complète. Il est toutefois nécessaire de préciser que les sites de mesures en carrières ne sont pas soumis à la même réglementation que les sites de mesures périurbains (réglementation spécifique aux industries extractives). Les trois sites périurbains respecteraient les valeurs réglementaires, que ce soit en moyenne journalière ou en moyenne annuelle.

Pour les PM_{2,5}, si l'on compare, en extrapolant, les valeurs obtenues à la valeur réglementaire, celle-ci serait respectée sur l'ensemble des sites (sites des carrières compris) de la zone d'étude.

- En termes de concentrations en poussières, un impact potentiel de l'activité des carrières sur les concentrations en particules en suspension PM₁₀ au niveau des sites périurbains de Ferques et Marquise est possible mais non systématique : d'autres sources locales potentielles (agricole, urbaine...) peuvent également influencer les concentrations en PM₁₀ observées.

En revanche, en ce qui concerne les concentrations en particules fines PM_{2,5}, aucune influence des activités des carrières n'a été démontrée sur les concentrations relevées au niveau des trois sites périurbains alentours.

- Les concentrations les plus élevées en PM₁₀ ont été relevées au sein des carrières, en particulier au niveau de la Carrière A. Ce qui est cohérent avec l'implantation du site de mesures : au niveau de la Carrière A, le site se trouve à proximité des installations de concassage-criblage, dans un milieu encaissé donc peu exposé aux vents, tandis que le site ayant été installé au niveau de la Carrière B se situe aux abords des installations non loin du poste de chargement des trains, à un endroit surélevé et bien dégagé. Par ailleurs, les concentrations en particules sont anti-corrélées à la vitesse de vent.
- Les essais de caractérisation des différentes fractions granulaires (au granulomètre) n'ont pas permis d'obtenir de résultats probants d'un point de vue quantitatif. L'intérêt de ces prélèvements portera donc uniquement sur les analyses chimiques, visant à définir qualitativement la composition des particules selon leur taille, lesquelles seront réalisées par le LSCE.
- En termes de retombées atmosphériques, des différences s'observent entre les phases 1 et 2 : davantage de poussières ont été relevées en phase 2, sauf pour le site de Ferques. Les analyses chimiques et minéralogiques effectuées par le LSCE viendront compléter l'étude par la composition des particules insolubles et solubles.

Cette étude va désormais être complétée par un volet modélisation (rapport N°01/2017/RGi), ceci afin d'optimiser la pertinence des modèles de diffusion, avec pour objectif final d'affiner les facteurs d'émissions relatifs aux exploitations de granulats. Ce volet fera l'objet d'un rapport spécifique.

Pour plus d'informations sur les activités d'atmo Nord – Pas-de-Calais, retrouvez-nous sur :

www.atmo-npdc.fr





ANNEXES



Annexe 1 : Glossaire

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme de polluant par mètre cube d'air. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,001 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,001$ milligramme de polluant par mètre cube d'air.

μm : micromètre. $1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm} = 0,001$ millimètre.

AASQA : Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air.

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

Anthropique : Relatif à l'activité humaine. Qualifie tout élément provoqué directement ou indirectement par l'action de l'homme.

Concentration : la concentration d'un polluant représente la quantité du composé présent dans l'air et s'exprime en masse par mètre cube d'air. Les concentrations des polluants caractérisent la qualité de l'air que l'on respire.

Conditions de dispersion : ensemble de conditions atmosphériques permettant la dilution des polluants dans l'atmosphère et donc une diminution de leurs concentrations (vent, température, pression, rayonnement...).

DREAL NPdC : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Nord Pas-de-Calais.

Emissions : rejets d'effluents gazeux ou particulaires dans l'atmosphère issus d'une source anthropique ou naturelle (exemple : cheminée d'usine, pot d'échappement, feu de bioamasse...).

Episode de pollution : période pendant laquelle la procédure d'information et d'alerte a été déclenchée traduisant le dépassement du niveau d'information et de recommandations voire du niveau d'alerte pour l'un ou plusieurs des polluants suivants : SO_2 , NO_2 , O_3 et PM_{10} .

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air.

mg/m^3 : milligramme de polluant par mètre cube d'air. $1 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,001 \text{ g}/\text{m}^3 = 0,001$ gramme de polluant par mètre cube d'air.

Moyenne 8 heures glissantes : Moyenne calculée à partir des 8 dernières moyennes horaires toutes les heures. Le pas de temps est égal à 1 heure et l'intervalle est de 8 heures.

ng/m^3 : nanogramme de polluant par mètre cube d'air. $1 \text{ ng}/\text{m}^3 = 0,000001 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,000001$ milligramme de polluant par mètre cube d'air.

Objectif à long terme : niveau d'ozone à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Objectif de qualité : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

PM_{10} : particules en suspension de taille inférieure ou égale à $10 \mu\text{m}$.

$\text{PM}_{2,5}$: particules en suspension de taille inférieure ou égale à $2,5 \mu\text{m}$.

Polluant primaire : polluant directement émis par une source donnée.

Polluant secondaire : polluant non émis directement, produit de la réaction chimique entre plusieurs polluants présents dans l'atmosphère.

PSQA : Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air.

Valeur cible : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.



Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.



Annexe 2 : Modalités de surveillance

Les stations de mesures

En 2015, la région Nord Pas-de-Calais comptait **46 sites de mesures fixes de la qualité de l'air** (cf. site atmo-npdc.fr), toutes typologies confondues, et **6 stations mobiles**.

Station fixe

Par définition, une station de mesures fixe fournit des informations sur les concentrations de polluants atmosphériques sur un même site en continu ou de manière récurrente.

Station mobile

La station mobile mesure également des concentrations de polluants atmosphériques et des paramètres météorologiques mais de manière ponctuelle et sur différents sites. Autrement dit, elle constitue un laboratoire de surveillance de la qualité de l'air amené à être déplacé sur l'ensemble de la région pour répondre à des campagnes de mesures ponctuelles, en complément de la mesure en continu de la qualité de l'air par le dispositif de mesures fixe.



Critères d'implantation des stations fixes

Chaque station de mesures vise un objectif de surveillance particulier. Selon cet objectif et en application des recommandations² de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), du LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air) et de la Fédération Atmo, elle doit respecter des critères d'implantation en lien avec :

- la métrologie (bonnes conditions de dispersion des polluants, absence d'obstacle, alimentation électrique, accès pour les techniciens...);
- la sécurité de la population (la station ne doit pas gêner ni mettre en danger la population);
- une exposition de la population la plus représentative (installation du site dans une zone à forte densité de population, absence de source de pollution très locale);
- sa typologie.

¹ <http://www.atmo-npdc.fr/mesures-et-previsions/mesures-en-direct/carte-d-identite-des-stations.html>

² Guide de recommandations de l'ADEME, du LCSQA et de la Fédération Atmo, *Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air*, 2002, ADEME Editions, Paris.



Typologies des stations fixes

Pour définir l'objectif de leurs mesures, les stations sont classées selon leur typologie.

[Station urbaine](#)

Les sites urbains suivent l'exposition moyenne de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits « de fond » dans les centres urbains, sans cibler l'impact d'une source d'émission particulière.

[Station périurbaine](#)

La station périurbaine participe au suivi de l'exposition moyenne de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique « de fond » et notamment photochimique, à la périphérie du centre urbain.

[Station rurale](#)

Les stations rurales surveillent l'exposition des écosystèmes et de la population à la pollution atmosphérique « de fond », notamment photochimique, à l'échelle régionale. Elles participent à la surveillance de la qualité de l'air sur l'ensemble de la région et notamment dans les zones rurales.



[Station de proximité automobile](#)

Les stations de proximité automobile mesurent les concentrations des polluants atmosphériques dans des zones représentatives du niveau maximum d'exposition auquel la population située en proximité d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée.

[Station de proximité industrielle](#)

Les stations de proximité industrielle fournissent des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives du niveau maximum auquel la population riveraine d'une source industrielle est susceptible d'être exposée par des phénomènes de panache ou d'accumulation.

[Station d'observation](#)

La station d'observation répond à des besoins spécifiques tels que l'aide à la modélisation ou la prévision, le suivi d'émetteurs autres que l'industrie et la circulation automobile, ou encore le maintien d'une station « historique ».





Techniques de mesures

Afin de mesurer les concentrations des polluants atmosphériques, les stations sont équipées de plusieurs appareils électriques et de capteurs spécifiques. En fonction des polluants étudiés, différentes techniques de mesures peuvent être utilisées.

[Analyseurs automatiques](#)

Ces mesures sont effectuées par **des appareils électroniques** qui fournissent les concentrations des polluants 24h/24h, selon un pas de temps défini de 10 secondes à 15 minutes. Ces mesures permettent de suivre **en temps réel** les concentrations en polluants PM10, PM2,5, CO, NOx, SO2, O3, et BTEX et d'identifier d'éventuels pics de pollution. Elles nécessitent l'installation de matériels assez encombrants et une alimentation électrique.



Pour les **particules (PM10 et PM2,5)**, la technique normée est la pesée gravimétrique (normes EN 12341 pour les PM10 et EN 14907 pour les PM2,5). En France, d'autres méthodes sont utilisées, dont l'équivalence est démontrée par le LCSQA¹ : le TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) associé au module FDMS (Filter Dynamics Measurement Systems), basé sur la variation d'une fréquence de vibration du quartz, ainsi que la jauge radiométrique bêta associée au module RST (Regulated Sampling Tube), basée sur la variation de l'absorption d'un rayonnement beta.

Dans le cadre de l'étude EMCAIR, des jauges radiométriques et un analyseur type BAM - 1020 ont été déployés au niveau du bassin de Marquise pour la mesure des PM10 et PM2,5. Ces appareils permettent de réaliser, dans le premier cas, des moyennes de concentrations sur un pas de temps de deux heures, et, dans le second cas, des moyennes de concentrations sur un pas de temps d'une heure.

[Préleveurs actifs](#)

Ces mesures sont réalisées en deux étapes : d'une part, le prélèvement d'une granulométrie de poussières définie (particules PM10, particules PM2,5 ou particules PM1.0) sur support (filtre, mousse...) par des **appareils électroniques**, type Partisol (aspiration d'un volume d'air), puis une **analyse en laboratoire**. Une alimentation électrique est nécessaire 24h/24h au bon fonctionnement de l'appareil de mesure. Une valeur moyenne est calculée pour la période de mesure (en général, les prélèvements ont lieu sur des périodes de 1 à 7 jours). Les fluctuations des concentrations sur une période plus fine, par ce biais, ne sont pas mises en évidence. De plus, le résultat n'est pas obtenu immédiatement, car il nécessite une analyse en laboratoire. Ce principe permet d'analyser de nombreux polluants : les métaux lourds (norme EN 14902), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (norme EN 1554), les dioxines, les furanes, les polychlorobiphényles dioxin like (PCB DL), les pesticides, le carbone élémentaire, les ions inorganiques, le levoglucosan...



Les granulomètres (type Dekati) constituent également une technique de prélèvement actif, à la différence que ceux-ci permettent un fractionnement granulométrique. Les particules prélevées sont ainsi séparées en fonction de leur taille selon trois catégories : supérieures à 10 µm, comprises entre 2,5 et 10 µm et inférieures à 2,5 µm. A la suite des prélèvements, les filtres peuvent être analysés en laboratoire afin d'étudier la composition chimique des particules obtenues.

Les limites de quantification (LQ), du laboratoire Micropolluants Technologies, en charge des pesées issues des prélèvements des granulomètres, dépendent des conditions de pesées et du matériel utilisé (balances), elles sont donc variables :

- LQ = 0,28 mg pour la phase 1,
- LQ = 0,08 mg pour la phase 2.

¹ Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Préleveurs passifs

Ces mesures sont réalisées en deux étapes : d'une part, le prélèvement passif sur un support (tubes, jauges...) puis une analyse en laboratoire. Cette technique repose sur les mouvements naturels de l'air, sans aspiration mécanique. Elle permet d'obtenir une concentration moyenne sur une à plusieurs semaines.

Ces techniques peuvent être de plusieurs types :

- par **tubes passifs** : les polluants sont piégés au passage de l'air par simple diffusion moléculaire sur un milieu absorbant ou adsorbant en fonction de la nature du polluant. Cette méthode permet de mesurer divers polluants : dioxyde d'azote, aldéhydes, composés organiques volatils, BTEX...
- par **jauge owen** : les poussières sédimentables sont collectées dans un grand flacon (retombées sèches par sédimentation ou humides par les précipitations). L'analyse de ces poussières permet de rechercher une grande diversité de polluants, dont les métaux, les dioxines, les furane et les polychlorobiphényles dioxin like.



Atmo Nord-Pas-de-Calais sous-traite les analyses à des laboratoires certifiés, qui participent aux campagnes d'inter-comparaison mises en œuvre par le LCSQA :

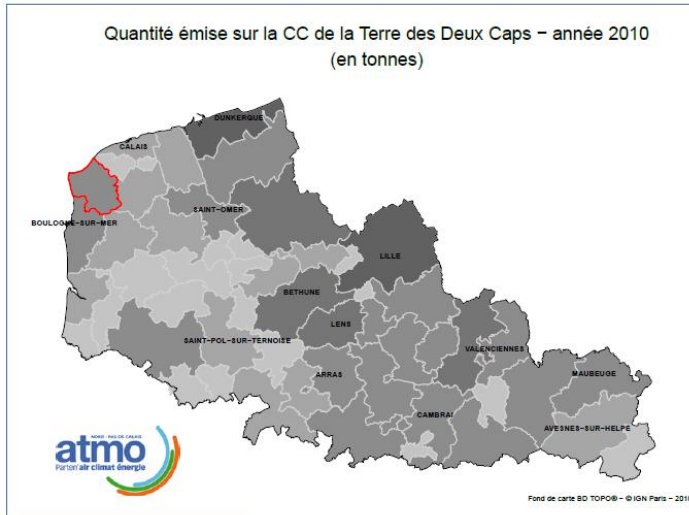
- Pour les jauges owen : le laboratoire Micropolluants de Saint-Julien-les-Metz ;
- Pour les tubes passifs : le laboratoire LASAIR de Paris ou la Fondazione Salvatore Maugeri en Italie



Annexe 3 : Fiches émissions



Particules (PM10)



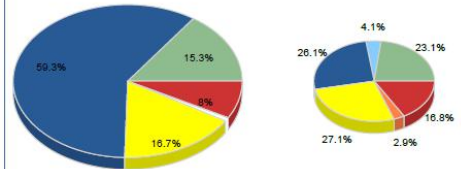
Fiche d'identité réalisée à partir de l'inventaire des émissions d'atmo Nord-Pas-de-Calais pour les 6 activités principales. L'inventaire recense une quarantaine de polluants atmosphériques et gaz à effet de serre. Voir rubrique Emissions régionales - www.atmo-npdc.fr. Données A2010-M2012-V2.

- > 1889 tonnes
- 658 - 1889 tonnes
- 330 - 658 tonnes
- 162 - 330 tonnes
- > 0 - 162 tonnes

CC Terre 2 caps

1.7% des émissions régionales

Répartition des émissions par secteur d'activité



Hépartition (en %) des émissions de PM10 sur la CC de la Terre des Deux Caps par secteur d'activité - Année 2010

Hépartition (en %) des émissions de PM10 sur la région Nord-Pas-de-Calais par secteur d'activité - Année 2010

- Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCF *
- Extraction, transformation et distribution d'énergie
- Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction
- Résidentiel, tertiaire, commercial, institutionnel
- Modes de transport autres que routier
- Transport routier

* Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt

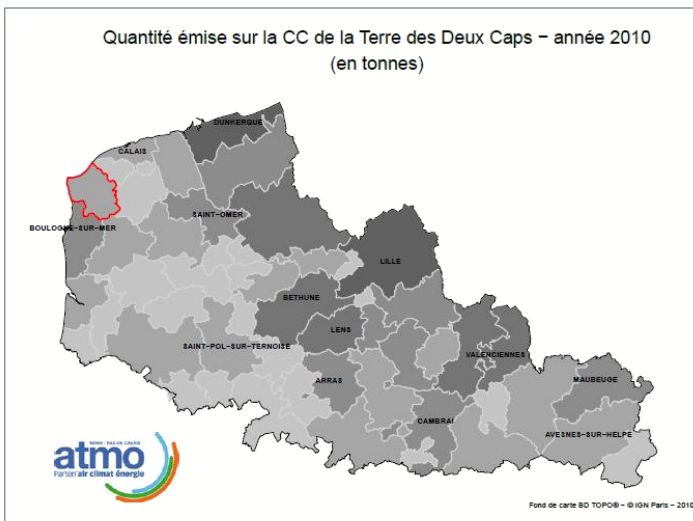
Emissions par habitant



Emissions par hectare



Particules (PM2.5)



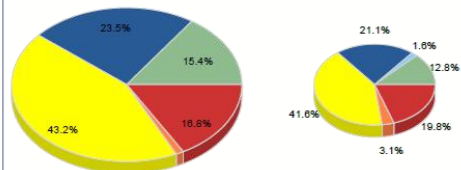
Fiche d'identité réalisée à partir de l'inventaire des émissions d'atmo Nord-Pas-de-Calais pour les 6 activités principales. L'inventaire recense une quarantaine de polluants atmosphériques et gaz à effet de serre. Voir rubrique Emissions régionales - www.atmo-npdc.fr. Données A2010-M2012-V2.

- > 1255 tonnes
- 398 - 1255 tonnes
- 253 - 398 tonnes
- 121 - 253 tonnes
- > 0 - 121 tonnes

CC Terre 2 caps

1% des émissions régionales

Répartition des émissions par secteur d'activité



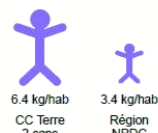
Hépartition (en %) des émissions de PM2.5 sur la CC de la Terre des Deux Caps par secteur d'activité - Année 2010

Hépartition (en %) des émissions de PM2.5 sur la région Nord-Pas-de-Calais par secteur d'activité - Année 2010

- Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCF *
- Extraction, transformation et distribution d'énergie
- Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction
- Résidentiel, tertiaire, commercial, institutionnel
- Modes de transport autres que routier
- Transport routier

* Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt

Emissions par habitant



Emissions par hectare





Annexe 4 : Taux de fonctionnement

Les données délivrées par le dispositif de mesures des polluants atmosphériques sont systématiquement validées puis agrées afin de calculer des paramètres statistiques comparables à la réglementation en vigueur et interpréter rigoureusement la qualité de l'air sur la zone d'étude concernée.

Concernant les paramètres mesurés par les appareils automatiques, trois niveaux de validation sont effectués en application des règles et recommandations du guide relatif à la méthodologie à suivre pour une conforme surveillance de la qualité de l'air, rédigé par l'ADEME et plusieurs AASQA¹ :

- Des prévalidations automatiques réalisées par les appareils - mesure, système d'acquisition et poste central d'enregistrement des données (niveau 1) ;
- La validation technique des données réalisée par un technicien (niveau 2) ;
- La validation étude environnementale des données effectuée par un ingénieur d'études (niveau 3).

La validation technique consiste principalement en un examen de la conformité de la réponse du processus système (mesure, acquisition et enregistrement des données) : historique des événements intervenus (défauts des appareils, dépassements de seuils...), informations sur l'étalonnage, informations sur les opérations de maintenance... Cette étape permet d'invalider ou de corriger les données brutes erronées existantes après le niveau 1 de validation.

La validation étude environnementale, quant à elle, se base sur les phénomènes environnementaux propres à la typologie du site de mesures : examen de la pertinence et de la cohérence des données (temporelle, spatiale, physico-chimique, adéquation aux conditions météorologiques et au contexte géographique...).

Pour les mesures par prélèvement (actif ou passif), celles-ci sont techniquement validées en laboratoire par comparaison avec les échantillons blancs, non exposés pendant la période de mesures. Puis, les données sont examinées en considérant le contexte environnemental du site de mesures, de la même manière que la validation environnementale des données issues des analyseurs automatiques.

Une fois les données validées, un taux de fonctionnement est calculé pour chaque paramètre mesuré. Il s'agit du pourcentage de données valides d'un appareil de mesures, sur une période définie (année civile, phase de mesures, semaine...).

Un **taux de fonctionnement inférieur à 75%** signifie que la concentration moyenne du polluant n'est pas représentative sur le temps d'exposition (ici équivalent à une phase de mesures). Aucune comparaison avec les valeurs réglementaires du polluant pour l'année de l'étude n'est possible.

Les taux de fonctionnement obtenus durant l'étude sont présentés dans le tableau page suivante.

¹ ADEME, *Règles et recommandations en matière de : Validation des données – Critères d'agrégation – Paramètres statistiques*, 2003, Paris.



Polluant	Site de mesures	Typologie	Taux de fonctionnement de la phase 1	Taux de fonctionnement de la phase 2	Taux de fonctionnement campagne
Particules en suspension (PM10)	Carrière A	Tendance « proximité industrielle »	100	98,0	99
	Carrières B	Tendance « proximité industrielle »	90,5	98,8	94,7
	Ferques	Tendance périurbaine	93,2	91,9	92,6
	Landrethun-le-Nord	Tendance périurbaine	97,1	92,5	94,8
	Marquise	Tendance périurbaine	94,3	94,3	94,3
	Outreau	Périurbaine	99,8	79,0	89,4
	Calais-Berthelot	Urbaine	88,5	91,1	89,8
	Dunkerque-Malo	Urbaine	98,9	99,7	99,3
Particules en suspension (PM2,5)	Carrière A	Tendance « proximité industrielle »	100	83,6	91,8
	Carrières B	Tendance « proximité industrielle »	91,6	98,2	94,9
	Ferques	Tendance périurbaine	93,2	92,8	93,0
	Landrethun-le-Nord	Tendance périurbaine	90,2	83,6	86,9
	Marquise	Tendance périurbaine	93,9	89,0	91,5
	Calais-Berthelot	Urbaine	99,6	93,1	96,4
	Dunkerque-Malo	Urbaine	99,6	99,4	99,5



Annexe 5 : Valeurs réglementaires

Polluant	Normes en 2015		
	Valeur limite	Objectif de qualité / Objectif à long terme	Valeur cible
Particules en suspension (PM10)	40 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i> 50 µg/m ³ <i>en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours/an</i>	30 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>	-
Particules en suspension (PM2,5)	25 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>	10 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>	20 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>

(Source : Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air)



Association
pour la surveillance
et l'évaluation
de l'atmosphère
en Nord - Pas-de-Calais

55 place Rihour
59044 Lille Cedex
Tél. : 03 59 08 37 30
Fax : 03 59 08 37 31
contact@atmo-npdc.fr
www.atmo-npdc.fr

surveiller
accompagner informer